ஸ்டீஃபன் ஹாக்கிங்

அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

தமிழில்

கபிலன் வேதரெத்தினம்



அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

ஸ்டீஃபன் ஹாக்கிங்

FreeTamilEbooks.com

அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

2. அருஞ்சொற் பொருள்
3. கலைச் சொற்கள்
4. FREETAMILEBOOKS.COM
5. கணியம் அறக்கட்டளை
6. நன்கொடை

அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

ஸ்டீஃபன் ஹாக்கிங்

kabilanvedharethinam96@gmail.com

மின்னூல் வெளியீடு : FreeTamilEbooks.com

அட்டைப்படம் - லெனின் குருசாமி - guruleninn@gmail.com

மின்னூலாக்கம் - ஐஸ்வர்யா லெனின் - aishushanmugam09@gmail.com

This book was produced using pandoc

பதிவிறக்கம் செய்ய - http://FreeTamilEbooks.com/ebooks/theory_of_everything

மின்னூல் வெளியீட்டாளர்: http://freetamilebooks.com

அட்டைப்படம்: லெனின் குருசாமி - gurulenin@gmail.com

மின்னூலாக்கம்: ஐஸ்வர்யா லெனின் - aishushanmugam09@gmail.com

மின்னூலாக்க செயற்திட்டம்: கணியம் அறக்கட்டளை - kaniyam.com/foundation

Ebook Publisher: http://freetamilebooks.com
Cover Image: Lenin Gurusamy - gurulenin@gmail.com
Ebook Creation: Iswarya Lenin - aishushanmugam09@gmail.com
Ebook Project: Kaniyam Foundation - kaniyam.com/foundation

This Book was produced using LaTeX + Pandoc

காணிக்கை

உயிரான தமிழுக்கும்,

உயிர் தந்த தாய்க்கும்..

மொழிபெயர்ப்பாளர் உரை

தமிழ் ஓர் உயர் தனி செம்மொழியாக இருப்பது மட்டும் போதாது. அறிவியல் மொழியாகவும் இருத்தல் வேண்டும். அறிவியல், இலக்கியம், கலை, பொருளாதாரம் என அனைத்து அறிவும் தமிழ் மொழிக்கு கொண்டு வருதல் வேண்டும். அவ்வகையில் “பிற நாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள் தமிழ் மொழியில் பெயர்த்தல் வேண்டும்” எனும் பாரதியின் வார்த்தைக்கு இணங்க அறிவியல், அண்டவியல் கருத்துகள் அடங்கிய இந்நூல் தமிழாக்கம் செய்யப்பட்டு உங்கள் கைகளில் தவழ்கிறது. முடிந்தளவு புரிந்துக் கொள்ள கூடிய இயல்பு தமிழிலும், சில வார்த்தைகளை புரிதலுக்காக ஆங்கிலத்திலுமே கூட எழுதியுள்ளேன்.

அறிவியல் கலைச்சொற்கள் பால் அதிக பரிட்சயம் இல்லாதவர்கள் முதலில் பின்னிணைப்பாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அருஞ்சொற்பொருளையும் கலைச்சொற்களையும் வாசித்து விடுவது நூலின் உள்ளார்ந்த கருத்துகளை படித்து புரிந்துக் கொள்ள துணை புரியும். இந்நூலானது ஸ்டீபன் ஹாப்பிங் ஆற்றிய 7சொற்பொழிவுகளின் தொகுப்பாக உள்ளது. வாசகர்கள் தமிழில் அறிவியல் பயன்று மகிழ்ச்சியுற வேண்டுமென வேண்டுகிறேன். நாகை மாவட்டம், பெரியதும்பூர் எனும் சிற்றூரில் பிறந்து இளங்கலை

கட்டடப் பொறியியல் முடித்த நான் தமிழ் மீதும் அறிவியலின் மீதும் உள்ள ஈடுபாட்டின் காரணமாக இந்நூலை மொழிபெயர்த்துள்ளேன்.

எனது முதல் நூலான இதன் உள்ளடக்கத்தில் உள்ள மொழிபெயர்ப்பு குறைபாடுகள் இருப்பின் அவை என் போதாமையே.. என்னை மேம்படுத்திக்கொள்ள நூலின் நிறை குறையை கருத்தாக என் மின்னஞ்சலுக்கு அனுப்பவும்.

இந்நூல் உருவாக காரணமாக அமைந்த அனைத்து நல்லுள்ளங்களுக்கும், பதிப்பகத்தாருக்கும், இந்நூல் உருவாக எனக்கு ஊக்கமளித்த என் தந்தையாருக்கும், தனது கடினமான பணிச்சுமைகளுக்கு இடையேயும் நூலை முழுமையாக வாசித்துவிட்டு அணிந்துரை நல்கிய ஐயா கவித்திலகம்.வெற்றிப்பேரொளி அவர்களுக்கும் எனது மனமார்ந்த நன்றிகளை தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்..

தோழமையுடன்,

கபிலன் வேதரெத்தினம்.B.E
E-mail: Kabilanvedharethinam96@gmail.com

அணிந்துரை

அன்னைத் தமிழுக்கோர் அறிவியல் கொடை!

முன்னதாகவே சொல்லிவிடுகிறேன்... இது ஸ்டீபன் ஹாக்கிங் கருந்துளைக் கோட்பாட்டை முன்வைத்து நிகழ்த்திய ஏழு உரைகளுக்கான அணிந்துரை அன்று. அந்த உரைகளுக்கு அணிந்துரை தருமளவு அறிவியலில் கரைகண்டவன் இல்லை நான். மாறாக அன்புத்தம்பி கபிலன் வேதரெத்தினம் ஹாக்கிங்கின் உரைத்தொகுப்பைத் தமிழின் கைப்பற்றி நடக்க வைத்திருக்கும் மொழிபெயர்ப்புத் திறன்பற்றியதே இது!

ஹாக்கிங்கை அறிவியல் உலகின் அதிசயப் பிறவி என்று சொல்வதை விட மாந்தப் பிறவியெடுத்த மாஅறிவுக்கோளம் அவர் என்பதே சரியாக இருக்கும். தன் உடல் உறுப்புகள் எல்லாம் ஒவ்வொன்றாகச் செயலிழந்து கொண்டே வந்தபோதும் அவற்றிலிருந்து மீண்டல்ல.... அவற்றின் கொடுந்தாக்குதல்களை எல்லாம் சுமந்தபடி, பழுதடையாத் தன் மூளையை அறிவாயுதமாக்கிக் கொண்ட ஆற்றல் அறிவன் ஸ்டீவன் ஹாக்கிங். கணினியூடாக பேச்சுத் தொடர்பு கொண்டு, இருந்த இடத்தில் இருந்து கொண்டே அண்டப்பெருவெளியை, அதன் எண்ணிறந்த கருந்துளை ஆய்ந்து சொன்ன அறிவு எந்திரன் அவர்.

இந்த மொழிபெயர்ப்பு நூலில் வீழும் அருவிபோல் ஏழு சொற்பொழிவுகள்…. பெருவெடிப்பு முதல் கருந்துளைவரையான “அண்டத்தின் வரலாறு பற்றிய வரலாறாக” இடம் பெற்றுள்ளன. இந்த உரைகளின் அடர்த்தியை இளம் அறிவியல், முது அறிவியல் படித்தவர்களால்கூட அப்படியே உள்வாங்கிக்கொள்ள இயலாது. உயிரியல், வேதியல், அணுவியல் விஞ்ஞானிகளாலும் இந்த உரைகளை முழுதாகச் செரித்துவிட முடியாது. இயற்பியல், வானியல் போன்றவற்றோடு நெருக்கமான தொடர்புள்ளவர்களே இந்த உரைகள் நிறுவிக்காட்டும் கருந்துளைகள் பற்றிய உண்மைகளைக் காணமுடியும்.

தம்பி கபிலன் வேதரெத்தினம் ஆங்கிலக் கவிதை, புதினம், சிறுகதை, நாடகம், கட்டுரை என்று இலக்கிய வடிவங்களில் ஒன்றைத் தன் மொழிபெயர்ப்பு விருப்பாகத் தேர்ந்தெடுக்காமல், ஓர் அறிவியல் உரைப்பொழிவை…. அதுவும் சிக்கல்கள் மிகுந்த ஹாக்கிங்கின் கருந்துளைப் பற்றிய ஆய்வுச் சொற்பொழிவுகளைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்துத்தர முன்வந்திருக்கிறார். அவரின் அந்த அறிவுத்துணிச்சலை, அக எழுச்சியைப் பாராட்டி மகிழ்கிறேன்.

இந்த மொழிபெயர்ப்பு நூலானது தம்பி கபிலன் வேதரெத்தினம் அன்னைத் தமிழுக்குத் தந்திருக்கும் அறிவியல் பெருங்கொடையாகும். அண்டம் பற்றிய, கருந்துளை தொடர்பான

ஸ்டீவன் ஹாக்கிங்கின் ஏழு உரைகளை அழகிய தமிழில், மிக எளிய மொழிநடையில், ஒரு மொழிபெயர்ப்பைப் படிக்கிறோம் என்ற எண்ணமே ஏற்படாத வண்ணம் தந்திருக்கிறார். வியக்கத்தக்க ஒரு மொழிநடை அவரிடம் வசப்பட்டுள்ளதைக் காண்கிறேன். அறிவியல் சார்ந்த ஆங்கிலக் கலைச்சொற்களுக்கெல்லாம் இவர் பயன்படுத்தியுள்ள தமிழ்ச்சொற்கள் எதிர்கால அறிவியல் தமிழ் மொழிபெயர்ப்பாளர்களுக்கு ஆரம்பப் பாடங்களாக அமையும் என்பதில் எள்ளளவும் ஐயமில்லை.

நோக்காய்வு, நொதுமம், ஒளிமம், நீர்மம், செம்பெயர்ச்சி, ஏவூர்தி, மாயீர்ப்பு, ஓர்மைப்புள்ளி வெண்குறுமீன், சுழியம், ஒளிக்கூம்பு, குளிர்விண்மீன், நிகழ்தகவு, நேர்தகவு, மாறிலி, முட்டு மின்மச்சுற்று பொடிமங்கள், பசையங்கள் என்றும் இன்னும் நூறு நூறாகவும் சொல்லாக்கங்கள் இந்நூலில் கையாளப்பட்டுள்ளன. கடலோடி, நாடோடி என்பதுபோல் இவர் பயன்படுத்தியுள்ள “விண்ணோடி” என்ற சொல்லுக்காக மொழிஞாயிறு தேவநேயப் பாவாணர் இன்றிருந்தால் தம்பி கபிலனைக் கட்டித்தழுவி உச்சி முகர்ந்திருப்பார்.

மொழிபெயர்ப்பு என்பது மூலத்தைச் சொல்லுக்குச் சொல் பெயர்த்துத் தரும் பணியன்று. அது மூலமொழியின் பண்பாட்டு, சமூகப் பயனீட்டுக் கூறுகளை உள்வாங்கி, பெயர்க்கப்படும்

மொழியின் சமூகக் கலாச்சாரத்துடன் பொருந்தச் செய்யும் பொறுப்பான பணியாகும்.

> உமர்கயாம் வரிகளை
> “கலசம் நிறைய மதுவுண்டு
> கையில் கம்பன் கவியுண்டு”

- என்று கவிமொழியாக்கம் செய்திருப்பார் கவிமணி தேசிக விநாயகம். மூலத்தில் கம்பன் இல்லை; பிரதி மட்டுமே உண்டு. ஆனால் பெயர்ப்பில் கம்பனைக் குடியேற வைத்திருப்பார் கவிமணி. இதுதான் செம்மைமிகு மொழிபெயர்ப்புக்கு இலக்கணம். இந்த இலக்கணத்தை இம்மியும் மீறாமல் தம்பி கபிலன் கடைப்பிடித்திருக்கிறார் இந்த நூலில்.

இந்த அணுகுமுறையில் ‘அ’ என்ற இடத்திலிருந்து ‘ஆ’ என்ற இடத்திற்குச் செல்லும்!" இப்படிப்பட்ட மொழிபெயர்ப்பு தான் நூலுடன் நம்மை அணுக்கமாகப் பிணைக்கின்றது. உண்மையில் ஹாக்கிங் உரையில், ‘ஏ’ யிலிருந்து ‘பி’ க்கு என்றுதான் இருந்திருக்கும். ஆனால் பெயர்ப்பு மொழியான தமிழின் அகரவரிசையிலிருந்து “அ-ஆ” என்று இயல்பாகத் தந்திருக்கிறார் மொழிபெயர்ப்பாசிரியர்.

இவ்வளவுக்கும் தம்பி கபிலன் வேதரெத்தினம் ஒரு மொழியியல் அறிஞர், ஆய்வாளர் இல்லை. கடலோர மாவட்டமான நாகப்பட்டினம் மாவட்டத்தில், பெரியதும்பூர் என்னும் சின்னஞ்சிறு ஊரில், ஓர் எளிய விவசாயக் குடும்பத்தில் பிறந்தவர். இவருடைய தந்தையார் ஓர் ஆசிரியர். தம்பி கபிலன் இளங்கலைப் கட்டடப் பொறியாளர் முடித்துவிட்டு இலண்டனில் தனியார் நிறுவனத்தில் பணிபுரிகிறார். இந்தப் பின்னணியிலிருந்து வந்தவர் தந்திருக்கும் இந்த மொழிபெயர்ப்பு நூல் (அனைத்திற்குமான கோட்பாடு) தம்பி கபிலனை வேறு தளத்திற்கு, புதிய உயரத்துக்குக் கொண்டுசெல்லும் என்பது உறுதி.

இந்த மொழிபெயர்ப்பு நூலில்.... ஸ்டீவன் ஹாக்கிங்கின் குவாண்டம், இயங்கியல் ஈர்ப்புக் கோட்பாடு, கருந்துளை என்பது கறுப்புப்பூச்சு கொண்டதல்ல, அண்டத்திற்கு ஒரு தொடக்கம் உண்டு, பனிக்கட்டியாக உறையாமலேயே தண்ணீரை 0° க்கு கொண்டு செல்லலாம் போன்ற பல அறிவியல் செய்திகளுடன், இன்றைய அண்டவெளி கருத்துகள் தொடர்பான ஆய்வுகள் எல்லாமும் அறிவியல் ஆர்வலர்களுக்கானவை. இவற்றுக்கும் அப்பால் நிறைய வரலாற்றுச் சுவடுகளையும், ஹாக்கிங்கின் பண்பு நலன்களையும் இந்நூல் நமக்குக் கற்றுத் தருகிறது.

ஹாக்கிங் அண்டவெளி, கருந்துளை பற்றிய ஆய்வுக்குத் தன்னை மட்டுமே சொந்தமென்று நிறுவ முயலாமல், தனக்கு முன்னோடிகளான அரிஸ்டாட்டில், தாலமி, கலிலியோ ஐன்ஸ்டீன், நியூட்டன் போன்ற பலரை நினைவுகூர்கிறார். மேலும் தன்னுடைய வழிகாட்டிகள், தன்னுடன் இணைந்து ஆய்வில் பங்கேற்றவர்களை மட்டுமல்ல, தன் மாணவர் மாணவியரின் பங்களிப்பையெல்லாம் ஒருவர் விடாமல் ஆண்டுவாரியாக முன்வைத்துள்ளார்... சொற்பொழிவு நெடுக .

அவற்றில் நம் இந்தியரான சுப்பிரமணியன் சந்திரசேகர் குறித்தும், அவருடைய ஆசானே அவருடைய ஆய்வை எதிர்த்தது பற்றியும், "சந்திரசேகர் வரையறை" சிறப்பு மற்றும், சந்திரசேகர் நோபல் பரிசு பெற்றதைப் பாராட்டியும் ஹாங்கிங் பேசியிருப்பதை இந்த நூல்வழி அறிந்து நாம் பெருமை கொள்ள முடிகிறது.

ஒரு சாதாரண மனிதனைப்போல் தன் தோல்விகள், ஒருவர் மீது கொண்ட வெறுப்பு ஆகியவற்றையும் இந்த உரைகளில் ஹாக்கிங் ஒளிவுமறைவற்றுப் பகிர்ந்து கொண்டிருக்கிறார். நியூட்டன் தலையில் ஆப்பிள் விழவில்லை. அது வெறும் கதையே என்றும் புதிய தகவல் தருகிறார்.

"பூமி கடவுளால் படைக்கப்பட்டது" என்ற கத்தோலிக்க மதம் வலியுறுத்துவதை ஏற்காதவர் ஹாங்கிங். ஒருமுறை ரோமில் போப்

முன்னிலையில் நடைபெற்ற மாநாட்டில் ஹாக்கிங் இதைப்பதிவும் செய்துள்ளார். அதுபற்றி, “நான் சற்றுமுன்பு மாநாட்டில் நிகழ்த்திய உரையின் பொருள்பற்றி அவருக்கு (போப்பாண்டவருக்கு)த் தெரியவில்லை என்று மகிழ்ச்சியடைந்தேன்” என்று பதிவு செய்துள்ளார். மேலும் சூரியனை பூமி சுற்றுகிறது என்று சொன்னதற்காக கிறித்தவ மதபீடத்தால் தண்டிக்கப்பட்ட கலிலியோ குறித்து “அவரோடு எனக்கு வலுவான ஓர்மை உள்ளது. அவர் இறந்து சரியாக 300ஆண்டுகள் கழித்துப் பிறந்தவன் என்ற பொருத்தமும் ஒரு காரணம்!” என்றும் தன் பொழிவில் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

“சூரிய குடும்பத்திற்கு அப்பால் நாம் காலனிகளை அமைத்தால் மட்டுமே நமது சூரியனின் முடிவுக்குப் பின்னும் மனித சமூகம் தழைக்க முடியும்!” என்ற எச்சரிக்கைமணி அடித்துள்ளார் ஹாக்கிங். ஆனால் அவரே இன்னும் 5000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு மேல் இயங்கும் ஆற்றலைச் சூரியன் பெற்றுள்ளது என்ற ஆறுதலையும் தருகிறார்.

ஆக, ஸ்டீவன் ஹாக்கிங்கின் ஏழு பொழிவுகளின் தமிழ்ப்பிழிவான இந்த நூல் எந்த விதமான அறிவியல் கருத்துகளையும் சொல்ல தமிழால் முடியும் என்பதை முன்மொழிகிறது; மெய்ப்பித்திருக்கின்றது!

தமிழ் அறிவுலகம் இந்த நூலையும், நூலாசிரியர் தம்பி கபிலன்வேதரத்தினத்தையும் தலைமேல் தூக்கிவைத்துக் கொண்டாடும் என்ற உறுதியுடன் மகிழ்ந்து வாழ்த்துகிறேன்.

வற்றா அன்புடன்,

கவித்திலகம்.வெற்றிப்பேரொளி,

துணைப்பொதுச்செயலாளர்,

உலகத் தமிழ்க்கவிஞர் பேரவை,

தஞ்சாவூர்.

அறிமுகம்

இந்த தொடர் சொற்பொழிவில் பெருவெடிப்பு முதல் கருந்துளைகள் வரை நாம் எதை அண்டத்தின் வரலாறு என எண்ணுகிறோமோ அதை சுருக்கமாக விளக்க உள்ளேன். முதல் சொற்பொழிவில் அண்டத்தை பற்றிய நம்முடைய கடந்தகால சித்திரம் எவ்வாறு இருந்தது என்பதையும் அது எவ்வாறு இன்றைய நிலையை அடைந்தது என்பதையும் சுருக்கமாக விளக்கவுள்ளேன். இதை நாம் "அண்டத்தின் வரலாறு" பற்றிய வரலாறு எனலாம்.

இரண்டாவது சொற்பொழிவில் அண்டம் நிலையானது அல்ல, விரிவடைந்து கொண்டோ அல்லது சுருங்கி கொண்டோ இருக்கிறது என்ற முடிவுக்கு நியூட்டன் மற்றும் ஐன்ஸ்டீனுடைய ஈர்ப்பு கோட்பாடு நம்மை எவ்வாறு இட்டு சென்றது என்பதை விளக்க உள்ளேன். இதன் மூலம் பத்து முதல் இருபது பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் நம் அண்டத்தின் அடர்த்தி எல்லையற்றதாக இருந்திருக்க வேண்டும் என அறிகிறோம். இதுவே பெருவெடிப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதுவே அண்டத்தின் தொடக்கமாக இருந்திருக்க வேண்டும்.

மூன்றாவது சொற்பொழிவில் கருந்துளைகள் பற்றி பேசவுள்ளேன். இக்கருந்துளைகளானது பெரிய விண்மீன் அல்லது பாரிய அடர்த்தி கொண்ட வான்பொருட்கள் தன்னுடைய சொந்த ஈர்ப்புவிசையினாலேயே தகர்வுறுவதாகும். ஐன்ஸ்டீனுடைய பொது சார்பியல் கோட்பாட்டின்படி கருந்துளைக்குள் விழும் ஒருவர் என்றென்றைக்கும் மூழ்கடிக்கப்படுவார். அதிலிருந்து வெளியே வரவே இயலாது. அவர்களை பொறுத்தவரை வரலாறானது ஓர் ஒர்மைப்புள்ளியில் முடிவுக்கு வரும். பொது சார்பியல் கோட்பாடு சிறந்த கோட்பாடாக இருப்பினும் அது குவாண்டம் இயங்கியலின் உறுதியின்மைக் கோட்பாட்டை கணக்கிலெடுத்துக் கொள்வதில்லை.

நான்காவது சொற்பொழிவில், குவாண்டம் இயங்கியல் எப்படி ஆற்றலை கருந்துளைகளிலிருந்து கசிய விடுகிறது என விளாக்கவுள்ளேன். கருந்துளைகள் கருப்பு பூச்சு செய்ததை போன்று கருப்பானது அல்ல.

ஐந்தாவது சொற்பொழிவில், குவாண்டம் இயங்கியலின் கருத்தாக்கங்களை பெருவெடிப்பு மற்றும் அண்டத்தின் தொடக்கத்தோடு பொருத்தி பார்க்கவுள்ளேன். இது நம்மை வெளி-காலம் விளிம்புகளோ எல்லையோ இல்லாது வரையறுக்கப்பட்டதாக இருக்குமென்ற புதிய சிந்தனைக்கு இட்டுச்செல்லும். இது பூமியின்

மேற்பரப்பை போன்று இருப்பதோடு மேலும் சில கூடுதல் பரிமாணங்களை கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

ஆறாவது சொற்பொழிவில், இயற்பியல் விதிகள் கால சமச்சீர்மை கொண்டிருந்தாலும் கடந்தகாலம் எதிர்காலத்தோடு ஏன் வேறுபடுகிறது என விளக்கவுள்ளேன்.

இறுதியாக, ஏழாவது சொற்பொழிவில், குவாண்டம் இயங்கியல், ஈர்ப்பு கோட்பாடு, மற்ற அனைத்து இயற்பியல் தொடர்புகளையும் உள்ளடக்கிய ஒரு ஒன்றுபட்ட கோட்பாட்டை உருவாக்க நாம் எவ்வாறு முயல்கிறோம் என விளக்கவுள்ளேன். நம்மால் இதை சாதிக்க முடிந்தால் நம் அண்டத்தை பற்றியும் அதில் நம்முடைய இருப்பை பற்றியும் இன்னும் தெளிவாக அறிந்து கொள்ளமுடியும்.

முதல் சொற்பொழிவு

அண்டத்தை பற்றிய சிந்தனைகள்

கிமு 340 வாக்கில் அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle) தன்னுடைய "சொர்க்கத்தின் மேல்" (On the heavens) என்ற நூலில் பூமி தட்டையாக இருப்பதை விட உருண்டையாக இருக்கவே வாய்ப்பு உள்ளது என நிறுவ இரண்டு சிறந்த வாதங்களை முன்வைத்தார். முதலில், அவர் சந்திர கிரகணத்தின் போது சூரியனுக்கும் நிலவுக்கும் இடையில் பூமி வருவதை அறிந்திருந்தார். அப்போது பூமியின் நிழல் நிலவின் மீது வட்டமாக விழுவதை கண்டார். இது பூமி கோளமாக இருந்தால் மட்டுமே சாத்தியம். ஒருவேளை பூமி தட்டையாக இருந்திருந்தால் சூரியன் வட்டின் மையத்திற்கு மேலே இருக்கும் நேரத்தில் கிரகணம் நிகழவில்லை என்றால், பூமியின் நிழலானது நிலவில் நீள்வட்டமாக விழுந்திருக்கும்

இரண்டாவதாக, கிரேக்கர்கள் பயணங்களின் போது துருவ நட்சத்திரம் வடக்கிலிருந்து பார்ப்பதை விட தெற்கிலிருந்து பார்க்கும்போது தாழ்வாக காட்சியளிப்பதை கவனித்தனர். எகிப்துக்கும், கிரேக்கத்துக்கும் துருவ நட்சத்திரம் மாறுவதை அடிப்படையாகக் அரிஸ்டாட்டில் பூமியின் சுற்றளவை நானூறு ஆயிரம் ஸ்டாடியா என்று கணித்திருந்தார். ஸ்டாடியா என்பதன் துல்லியமான அளவு என்ன என்பது நமக்கு இப்போது

தெரியவில்லை. ஆனால் 200 யார்ட்களாக இருக்கலாமென கணிக்கப்படுகிறது. இப்படி இருக்கும் பட்சத்தில் அரிஸ்டாட்டிலின் மதிப்பீடானது தற்போது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அளவை விட இரண்டு மடங்கு பெரியது.

கிரேக்கர்கள் பூமி உருண்டை என்பதற்கு மூன்றாவதாக ஒரு வாதத்தையும் கூட வைத்திருந்தனர். கப்பல் கடலில் தொடு வானத்திலிருந்து கரையை நோக்கி வரும்போது ஏன் பாய்மரம் முதலில் தெரிகிறது, அடிப்பாகம் இறுதியாக தெரிகிறது என்று சிந்தித்தனர். ஆனால் அரிஸ்டாட்டில் பூமி நிலையானது என்றும், சூரியனும், நிலவும், மற்றக் கோள்களும், விண்மீன்களும் பூமியை வட்ட வடிவில் சுற்றி வருவதாக எண்ணினார். பூமியே அண்டத்தின் மையம் என்பதும், வட்ட சுழற்சியே சீரானது என்பதும் அவருடைய ஆன்மீக நம்பிக்கைகளின் வெளிப்பாடாகும்.

இந்த சிந்தனைக்கு முதலாம் நூற்றாண்டை சேர்ந்த தாலமி (Ptolemy) வலு சேர்த்தார். சூரியன், நிலவு, விண்மீன்கள், அன்றைய காலக்கட்டத்தில் கண்டறியப்பட்டிருந்த ஐந்து கோள்கலான புதன், வெள்ளி, செவ்வாய், வியாழன், சனி ஆகிய எட்டுக் கோளங்கள் பூமியை மையமாகக் கொண்டு சுழல்வதாக ஒரு வானியல் மாதிரியை உருவாக்கினார். கோள்கள் அவற்றோடு இணைக்கப்பட்ட கோளங்களோடு வட்ட வடிவில் நகர்ந்து கொண்டிருந்தது. வெளிப்புற கோளம் நிலையான நட்சத்திரங்களை சுமந்துக்

கொண்டிருப்பதாகவும், அவை ஒன்றுக்கொன்று நிலையாகவும் ஆனால் இணைந்தே வானத்தை சுற்றி வருவதாகவும் கருதப்பட்டது. இறுதி கோளத்திற்கு அப்பால் உள்ள பகுதியை தெளிவுப்படுத்த இயலவில்லை. அவை மனித சமூகத்தின் நோக்கிறியும் அண்டத்தின் பகுதி இல்லை எனலாம்.

தாலமியின் மாதிரியானது வான்பொருட்களை கணிப்பதற்கு துல்லியமான அமைப்பாகவே இருந்தது. ஆனால் கோளங்களின் நிலையை இன்னும் துல்லியமாக கணிக்க தாலமி ஒரு அனுமானம் செய்ய வேண்டியிருந்தது. அதாவது நிலவின் சுற்றுப்பாதையானது சில நேரங்களில் நிலவை பூமிக்கு இரண்டு மடங்கு நெருக்கமாக கொண்டு வருவதாக அனுமானித்தார். ஏனெனில் நிலவு சிலசமயங்களில் தன் சராசரி அளவைவிட இரு மடங்கு பெரிதாக காட்சியளித்தது. இக்குறைபாட்டை தாலமி உணர்ந்தே இருந்தார். இருப்பினும் அவருடைய கோட்பாடு உலகளவில் ஏற்றுக்கொள்ளப்படா விட்டாலும் பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. இந்த மாதிரியை கிறித்தவ தேவாலயங்களும் வேதத்திற்கு எதிராக இல்லை எனக்கூறி ஏற்றுக்கொண்டது. ஏனெனில் இந்த அமைப்புக்கு வெளியே சொர்க்கத்தையும் நரகத்தையும் வைப்பதற்கு ஏராளமான இடம் இருந்தது.

இருப்பினும் இதைவிட எளிமையான ஒரு மாதிரியை கி.பி 1514ல் போலிஷ் பாதிரிரியாரான நிக்கோலஸ் கோபர்நிகஸ் முன்மொழிந்தார். முதலில் மதவாத குற்றச்சாட்டுகளுக்கு பயந்து பெயரைக் குறிப்பிடாமலேயே வெளியிட்டார். அவருடைய கூற்றானது சூரியனே மையத்தில் நிலைக்கொண்டிருப்பதாகவும், பூமி முதலிய ஏனையக் கோள்கள் சூரியனை வட்ட வடிவில் சுற்றி வருவதாக கூறியது. இதில் வருந்தத்தக்கது என்னவெனில் கோபர்நிகஸ் இறந்து கிட்டதட்ட இரு நூற்றாண்டுகளுக்குப் பிறகே இந்த கருத்து தீவிரமாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. இரண்டு வானியலாளர்களான ஜெர்மனியை சேர்ந்த ஜோஹன்னஸ் கெப்ளர் மற்றும் இத்தாலியை சேர்ந்த கலிலியோ கலிலி ஆகியோர் கோபர் நிகசின் கருத்தை வெளிப்படையாகவெ ஆதரிக்கத் தொடங்கினர். கோபர்நிகஸ் கணித்த சுற்றுப்பாதைகள் பொருந்திப்போகாத போதிலும் ஆதரித்தனர். இறுதியாக அரிஸ்டாட்டிலிய-தாலமிய கோட்பாடு 1609ஆம் ஆண்டு முடிவுக்கு வந்தது. அந்த ஆண்டுதான் தன்னால் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்த தொலைநோக்கி மூலம் கலிலியோ வானத்தை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தார்.

கலிலியோ தொலைநோக்கி மூலம் வியாழனை ஆராய்ந்துக் கொண்டிருந்த போது சில சிறிய துணைக்கோள்கள் அல்லது நிலவுகள் வியாழனை சுற்றிவருவதைக் கண்டார். அரிஸ்டாட்டில், தாலமி கூறியது போல அனைத்துக் கோள்களும் பூமியை நேரடியாக

சுற்றவில்லை என்று இது மறைமுகமாக வெளிக்காட்டியது. ஆனால் இன்னும் வியாழனின் நிலவுகள் பூமியை சாத்தியமற்ற சிக்கலான பாதையில் சுற்றி வருவதாகவும், பூமி நிலையானது என்றும், அண்டத்தின் மையமென்றும் நம்ப வாய்ப்புள்ளது. எனினும் இதைவிட கோபர்நிகசின் மாதிரியே எளிமையானது.

அதேநேரத்தில் கெபளர் கோபர்நிகசின் கோட்பாட்டை திருத்தி கோள்கள் வட்டப்பாதையில் சுழலவில்லை நீள்வட்டப் பாதையில் சுழல்கிறது என்று கருத்துத் தெரிவித்தார். அவருடைய கணிப்புகள் நோக்காய்வுகளோடு ஒத்துப் போனது. கெப்ளரை பொறுத்தவரை நீள்வட்டப் பாதை என்பது ஒரு கருதுகோள் மட்டுமே. விபத்தாக கண்டறியப்பட்ட நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதை என்பது நோக்காய்வோடு ஒத்துப்போகிறது. ஆனால் கோள்கள் சூரியனை காந்த விசையால் சுற்றி வருகிறது என்ற அவருடைய யோசனையுடன் அவரால் ஒத்துப்போக முடியவில்லை.

இதற்கான விடை 1687ல் நியூட்டனால் வெளியிடப்பட்ட “பிரின்சிபியா மேதமேடிகா” என்ற நூலின் மூலம் கிடைத்தது. இதுவே இயற்பியல் வரலாற்றில் தனிநபரால் நிகழ்த்தப்பட்ட மாபெரும் சாதனையாகும். இந்நூலில் நியூட்டன் வெறுமனே கோள்கள் எப்படி வெளி-காலத்தில் நகர்கிறது என்று மட்டும் கூறாமல் அதற்கு பின்னால் உள்ள கணிதத்தையும் வளர்த்தெடுத்தார். இதன்மூலம் “உலகளாவிய

ஈர்ப்பு” கோட்பாட்டையும் முன்மொழிந்தார். இது அண்டத்திலுள்ள ஒவ்வொரு பொருட்களும் அதன் அடர்த்தியையோ அல்லது அது இருக்கும் தொலைவையோப் பொறுத்து ஒன்றையொன்று ஈர்த்துக் கொள்கின்றன என்றது. இதுவே அனைத்துப் பொருட்களும் பூமியை நோக்கி விழுவதற்குமான காரணமாகும். ஆனால் நியூட்டன் தலையில் ஆப்பிள் விழுந்த கதையெல்லாம் ஐயத்திற்கிடமானவையே. இது குறித்து நியூட்டன் கூறியதெல்லாம் தான் ஆழமாக சிந்தித்துக் கொண்டு அமர்ந்திருந்த போது ஆப்பிள் கீழே விழுவதைக் கண்டு இந்த யோசனை வந்தது என்பது தான்.

நியூட்டனுடைய விதிகளின்படி நிலவு பூமியை நீள்வட்டமாக சுழலவும், பூமி சூரியனை நீள்வட்டமாக சுழலவும் ஈர்ப்பு விசையேக் காரணமாகும். கோபர்நிகசின் மாதிரியானது தாலமியின் மாதிரியையும், அண்டத்திற்கு இயற்கையான எல்லையுண்டு என்ற கருத்தையும் மாற்றியமைத்தது. பூமி சூரியனை சுற்றிவரும்போது நிலையான விண்மீன்கள் அதன் இருப்பை மாற்றிக் கொள்வதாக தோற்றமளிப்பதில்லை. இதற்கு காரணம் அவை நம் சூரியனிலிருந்து மிகத் தொலைவில் இருப்பதே ஆகும். நியூட்டனின் ஈர்ப்பு விதியின் படி அனைத்து விண்மீன்களும் ஒன்றையொன்று ஈர்த்துக் கொள்கின்றன. எனவே அவற்றால் நகர்வின்றி இருக்கவே இயலாது. பிறகு ஏன் அவை ஒரு புள்ளியில் ஈர்க்கப்பட்டு விழவில்லை என்ற கேள்வி எழுகிறது. இதை நியூட்டனும் உணர்ந்தே இருந்தார்.

1691-ல் நியூட்டன் ரிச்சர்ட் பெண்ட்லி எனும் அக்கால சிந்தனையாளர் ஒருவருக்கு எழுதியக் கடிதத்தில் இதைப்பற்றி விவாதித்துள்ளார். வரையறுக்கப்பட்ட விண்மீன்கள் இருந்தால் மட்டுமே மையப்புள்ளி என்று ஒன்று இருக்கும். வரையறுக்க இயலாத விண்மீன் கூட்டம் உள்ளபோது அண்டத்தில் மையப்புள்ளி என்று ஒன்று இல்லாதபோது அவை ஒருப் புள்ளியை நோக்கி விழ வாய்ப்பில்லை என வாதிட்டார். ஆனால் இந்த வாதத்திலும் ஒருப் பிரச்சனை உள்ளது.

வரையறுக்க இயலாத அண்டத்தில் நாம் ஒவ்வொருப் புள்ளியையுமே மையப்புள்ளியாக எடுத்துக் கொள்ள இயலும். ஏனெனில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் எண்ணற்ற விண்மீன்கள் இருக்கும். இதற்கான சரியான அணுகுமுறை பின்னரே கண்டறியப்பட்டது. விண்மீன்கள் அனைத்தும் ஒன்றோடொன்று விழும் வரையறுக்கப்பட்ட சூழ்நிலையை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இந்த எல்லைகளுக்கு வெளியே புதிய அதிகமான விண்மீன்களை சேர்ப்பதன் மூலம் எப்படி நிகழ்வுகளை மாற்றக்கூடும் என ஒருவர் கேட்கலாம். நியூட்டனின் விதிகளின்படி புதிய விண்மீன்கள் எந்த மாற்றத்தையுமே ஏற்படுத்தப் போவதில்லை. நம் விருப்பத்திற்கேற்ப புதிய விண்மீன்களை சேர்த்தாலும் அவை தாமாகவே தகர்வுற்று ஒருப் புள்ளியில் விழவே செய்யும். அண்டத்தின் ஈர்ப்புவிசை எப்போதும் ஈர்க்கவே செய்வதால்

வரையறுக்க இயலாத நிலையான மாதிரி என்பது சாத்தியமில்லை என்பது நமக்கு இப்போது தெரிந்துவிட்டது.

இருபதாம் நூற்றாண்டுக்கு முன்புவரை யாருமே அண்டம் விரியவோ அல்லது சுருங்கவோ செய்கிறது என்ற கருத்தை முன்மொழிந்ததே இல்லை. அண்டம் இப்போது உள்ளது போல எப்போதும் நிலையாகவே இருந்தது என்றும் அல்லது குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன்பு தான் படைக்கப்பட்டது என்று மட்டுமே நம்பப்பட்டு வந்தது. இது மக்களுடைய ஆன்மீக நம்பிக்கை ஆகும் மற்றும் அவர்களுடைய பார்வைக்கு முன்பு இருப்பதை வைத்தும் நம்பி வந்தனர். ஏனெனில் ஒருவன் பிறந்து, வளர்ந்து, இறக்கும் வரை இந்த அண்டம் எந்த மாற்றத்தையும் சந்திப்பதாக அவன் உணர்வதில்லை.

நியூட்டனின் ஈர்ப்புக் கோட்பாடு அண்டம் நிலையாக இருக்க வாய்ப்பில்லை என்று கூறியதை ஏற்றுக் கொண்டவர்களாலும் கூட அண்டம் விரிவடைகிறது என்ற முடிவுக்கு வர இயலவில்லை. மாறாக, அவர்கள் தூரத்து பொருட்களின் விலக்கு விசை காரணமாக இருக்கலாமென சிந்திக்க துவங்கினர். விண்மீன்களின் சமச்சீர்மையை பேணுவதற்கு அருகிலுள்ள பொருட்கள் ஈர்ப்பு விசையையும், தூரத்து விண்பொருட்கள் விலக்கு விசையையும் கொடுப்பதாலேயே அண்டம் நிலையாக இருப்பதாக நம்பினர்.

இருப்பினும், இந்த சமச்சீர்மை நிலையற்றது என்று நமக்கு தெரியும். குறிப்பிட்ட பகுதியில் விண்மீன் குழுமங்கள் நெருக்கத்தில் உள்ளபோது விலக்கு விசையை விட ஈர்ப்பு விசையே வலிமையானதாக இருக்கும். இதுவே விண்மீன்கள் ஒருப் புள்ளியை நோக்கி ஈர்க்கப்பட்டு விழ காரணமாக அமைந்துவிடும். மற்றொரு புறத்தில் விண்மீன்கள் தொலைவிலிருந்தால் விலக்கு விசை வலிமையாகி விண்மீன்களை விலக்கித் தள்ளிவிடும்.

வரையறுக்க இயலாத நிலையான அண்டத்திற்கு எதிரான மற்றொரு ஆட்சேபணையை ஜெர்மனியை சேர்ந்த மெய்யியலாளரான ஹென்ரிக் ஆல்பர்ஸ் (Henrich olbers) முன்வைத்தார். மேலும் நியூட்டனின் பல சமகாலத்தவர்களாலும் இது முன்வைக்கப்பட்டது. 1823ஆம் ஆண்டு ஆல்பர்ஸ் தன்னுடைய கட்டுரையில் நம்பத்தகுந்த ஒரு வாதத்தை முன்வைத்தார். வரையறுக்க இயலாத நிலையான அண்டத்தில் ஒவ்வொரு பக்கமும் ஒரு விண்மீனின் மேற்பரப்போடு முடிவடைகிறது. விண்மீன்களிருந்து வரும் ஒளியானது இடையூறுப் பொருட்களால் உறிஞ்சப்பட்டு ஒளி குறைவாகவே நம்மை அடைகிறது. ஆனால் நிலையான அண்டத்தில் இடையூறுப் பொருட்கள் தொடர்ந்து ஒளியை உறிஞ்சுவதால் வெப்பமடைந்து, ஒளிரத்தொடங்கி இரவைப் பகலைப்போல பிரகாசமாக்கும் என்று எதிர் வாதம் வைத்தார்.

இந்தப்பிரச்சனைக்கு தீர்வாக ஒரே ஒரு வழி மட்டுமே உள்ளது. அதாவது விண்மீன்கள் கால காலத்திற்கும் ஒளிர்ந்துக் கொண்டே இருந்திருக்காமல் குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன்பே ஒளிரத் தொடங்கியிருக்க வேண்டும். அதனால் தான் இடையூறுப் பொருட்கள் இன்னும் பிரகாசிக்கத் தொடங்கவில்லை என்ற முடிவுக்கு நாம் வர வேண்டியிருக்கும். இது விண்மீனை எது ஒளிரச்செய்தது என்றக் கேள்விக்கு நம்மை இட்டுச் செல்லும்..

அண்டத்தின் தொடக்கம்

அண்டத்தின் தொடக்கத்தை பற்றிய விவாதம் காலகாலமாக இருந்தே வந்துள்ளது. யூத/கிறித்தவ/இஸ்லாமிய நம்பிக்கைகளின் படி இந்த அண்டமானது குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன்பே தொடங்கியது. அண்டத்தின் இருப்பை விளக்க ஒரு காரணம் வேண்டும் என்பதே அந்த தொடக்கத்திற்கான முதல் வாதமாகும்.

இரண்டாவது வாதமானது புனித அகஸ்டின் என்பவரால் அவருடைய “கடவுளின் நகரம்” என்ற நூலில் முன்வைக்கப்பட்டது. நம்முடைய நாகரிகங்கள் வளர்ந்து வருவதையும், தொழில்நுட்பங்களை உருவாக்கியவர்களையும் அதை மேம்படுத்தியவர்களையும் நாம் நினைவு வைத்திருப்பதை பார்க்கும் போது, அண்டம் குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன்பே உருவாகியிருக்கக்கூடும் என சுட்டிக்காட்டுகிறார். இல்லாவிட்டால் நாம் இப்போது வளர்ந்ததை விட அதிகமான வளர்ச்சியை முன்பே அடைந்திருப்போம்.

புனித அகஸ்டின் கி.மு 5,000-ம் ஆண்டு வாக்கில் அண்டம் படைக்கப்பட்டதாக ஆதியாகமத்தின் படி ஏற்றுக் கொள்கிறார். இது கடைசி பனி யுகத்தின் முடிவான கிமு 10,000 க்கு மிக தொலைவில்

இல்லை. ஆனால் அரிஸ்டாட்டில் முதலிய ஏனைய கிரேக்க மெய்யியலாளர்கள் படைப்புக் கொள்கையை ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை. ஏனெனில் இது ஆன்மீக தலையீட்டிற்கு வழிவகுக்கும் என்று எண்ணினர். எனவே அவர்கள் அண்டமும், மனித சமூகமும் காலகாலத்திற்கும் நிலைத்தே இருப்பதாக நம்பினர். அவர்கள் நாகரிகத்தின் வளர்ச்சி அற்றிய வாதத்தையும் கருத்தில் கொண்டு அவ்வபோது வரும் வெள்ளம் முதலிய பேரிடர்களால் மனித சமூகம் அழிவை சந்தித்து மீண்டும் மீண்டும் நாகரிகங்களின் தொடக்கத்தை அடைவதாக நம்பினர்.

பெருவாரியான மக்கள் நிலையான மாறாத அண்டத்தை நம்பிக் கொண்டிருந்த போது, அண்டத்திற்கு தொடக்கம் உண்டா? இல்லயா? என்ற கேள்வியே உண்மையில் இறையியல் அல்லது மெய்யியலினுடையதாக இருந்தது. அண்டமானது எப்போதும் இருந்திருக்க வேண்டும் அல்லது எப்போதுமே இருப்பதாக தோற்றமளிக்கக்கூடிய வகையில் குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன் இயக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என நம்பப்பட்டது. ஆனால் 1929ல் எட்வின் ஹபில் (Edwin hubble) ஒரு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒரு நோக்காய்வை செய்தார். தூரத்து விண்மீன்களை கண்கானிக்கும் போதெல்லாம் அவை விலகி செல்வதை கவனித்தார். வேறுவழியில் சொல்லப்போனால் அண்டம் விரிவடைகிறது. எனவே அனைத்துப் பொருட்களும் ஒரு காலத்தில் மிக நெருக்கமாக இருந்திருக்க

வேண்டும். சொல்லப்போனால் பத்து முதல் இருபது பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் அனைத்துப் பொருட்களும் ஒரே புள்ளியிலேயே இருந்திருக்க வேண்டுமென தோன்றுகிறது.

இந்த கண்டுபிடிப்பே அண்டத்தின் தொடக்கத்தை பற்றிய கேள்வியை அறிவியல் உலகிற்குள் இட்டு சென்றது. ஹபிலின் நோக்காய்வின் படி பெருவெடிப்பு காலத்தின் போது அண்டமானது வரையறுக்க இயலாத அளவுக்கு சிறியதாகவும், அடர்த்தி கொண்டதாகவும் இருந்திருக்கிறது. இந்த காலத்திற்கு முன்பு நிகழ்வுகள் நடந்திருந்தால் கூட அவற்றால் நிகழ்காலத்தை பாதிக்க இயலாது. அதன் இருப்பு புறந்தள்ளக்கூடியதே. ஏனெனில் அவற்றிற்கு நோக்காய்வு விளைவுகள் கிடையாது.

பெருவெடிப்பு நடந்தபோதே காலம் உருவாகியது எனும் போது அதற்கு முந்தைய காலக்கட்டத்தை வரையறுக்க இயலாது எனலாம். இந்த காலத்தின் தொடக்கமானது நமது பழைய நம்பிக்கைகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டது. மாறாத அண்டத்தில் காலத்தின் தொடக்கம் அண்டத்திற்கு வெளியிலுள்ள ஒன்றால் திணிக்கப்பட்டது. இதற்கு எந்த இயற்பியல் காரணங்களும் தேவையில்லை. எளிமையாக கடவுள் ஒரு நாள் உலகத்தை படைத்தார் என்று எண்ணிக்கொள்ளலாம். மாறாக, அண்டம் விரிவடைகிறது என்றால், ஏன் அண்டம் தொடங்க

வேண்டுமென்பதற்கு ஒரு இயற்பியல் காரணம் தேவை. ஒருவர் இன்னும் கடவுள் பெருவெடிப்பின் மூலம் உலகை படைத்தார் என்று எண்ணக்கூடும். பெருவெடிப்பின் மூலம் தோன்றியதாக தோற்றத்தைக் கொடுத்துவிட்டு கடவுள் படைத்ததாக நம்பிக்கொள்ளலாம். ஆனால் பெருவெடிப்புக்கு முன்பே படைக்கப்பட்டது என்று நம்புவது அர்த்தமற்றதாகும். விரிவடையும் அண்டம் படைப்பாளனின் இருப்பை தடுக்காது. ஆனால் அவருக்கு அவருடைய வேலையை செய்வதில் வரம்பு விதிக்கும்.

இரண்டாம் சொற்பொழிவு

விரிவடையும் அண்டம்

நமது சூரியனையும் பரந்துபட்ட விண்மீன்களையும் உள்ளடக்கிய தொகுதியையே பால்வழி திரள் என்கிறோம். இதையே ஒரு காலத்தில் முழுமையான அண்டம் என எண்ணியிருந்தோம். 1924ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க வானியலாளரான எட்வின் ஹபில் நம்முடைய திரள் மட்டும் தனித்து இல்லை என செய்முறையில் விளக்கினார். சொல்லப்போனால் இரண்டு திரள்களுக்கு இடையே மாபெரும் பரந்தட்ட இடைவெளியும் உள்ளது. இதை நிருபிக்கும் பொருட்டு இரண்டு திரள்களுக்கு இடையேயான தொலைவை கணக்கிட முயற்சித்தார். அருகிலுள்ள விண்மீன்களின் தொலைவை அதன் இருப்பையும் நகர்வையும் வைத்து கணக்கிட இயலும். ஆனால் பிறத்திரள்கள் தொலைவில் இருப்பதால் அவை நிலையாக இருப்பதை போன்றே தோற்றமளிக்கும். எனவே இதற்கு ஹபில் ஒரு மறைமுக வழிமுறையைக் கையாண்டார்.

விண்மீன்களின் வெளிப்படையான வெளிச்சமானது அதன் ஒளிரும் தன்மையையும் அது எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது என்பதையும் பொறுத்தது. அருகிலுள்ள விண்மீன்களை பொறுத்தவரை அதன் வெளிச்சத்தையும் தொலைவையும் அளவிட முடியும். அதை வைத்து ஒளிரும் தன்மையை கணக்கிடுகிறோம்.

மாறாக நமக்கு விண்மீன்களின் ஒளிரும் தன்மை தெரிந்திருந்தால், அதன் தொலைவை வெளிச்சத்தை வைத்து கணக்கிட முடியும். சில விண்மீன்கள் ஒரே மாதிரியான ஒளிரும் தன்மையை கொண்டிருப்பதாக ஹபில் வாதிட்டார். அதே போன்ற விண்மீனை வேறொரு திரளில் காண நேரிட்டால் அதன் ஒளிரும் தன்மையை அனுமானித்துக் கொள்வதன் மூலம் அதன் தொலைவை கணக்கிட முடியுமென எண்ணினார். ஒரே திரளை சார்ந்த வேறு வேறு விண்மீன்களுக்கு இதை பொருத்திப்பார்க்கும் போது ஒரே தொலைவே விடையாக கிடைத்தது. எனவே இந்த மதிப்பீட்டை நம்பலாம். எட்வின் ஹபில் இந்த முறையை பயன்படுத்தி 9 திரள்களின் தொலைவைக் கணக்கிட்டார்.

நம்முடைய பால்வழி திரள் சில நூறாயிரம் திரள்களில் ஒன்று என்றும், ஒவ்வொரு திரளும் சில நூறாயிரம் விண்மீன்களைக் கொண்டது என்றும் இப்போது நாம் அறிகிறோம். நாம் வாழும் பால்வழி திரள் நூறாயிரம் ஒளியாண்டுகள் குறுக்குவெட்டு தோற்றத்தைக் கொண்டதாகவும், மெதுவாக சுழல்வதாகவும் உள்ளது. அதன் சுழல் கரங்களில் உள்ள விண்மீன்கள் அதன் மையத்தை ஒவ்வொரு 100 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கும் சுற்றி வருகிறது. நமது சூரியன் ஒரு சாதாரண சராசரி அளவுகொண்ட மஞ்சள் விண்மீன் ஆகும். இது வெளிப்புற எல்லையின் சுழல் கரத்தில் அமைந்துள்ளது.

இப்போது நாம் அரிஸ்டாட்டில் தாலமியின் பூமி மையக்கோட்பாட்டில் இருந்து மிக தொலைவிற்கு வந்துவிட்டோம்.

விண்மீன்கள் மிகத்தொலைவில் இருப்பதாலேயே அவை நமக்கு ஒளிப்புள்ளிகளாக காட்சியளிக்கின்றன. எனவே அதன் தொலைவையோ அளவையோ கணக்கிட முடியவில்லை. பிறகு எப்படி நம்மால் அவற்றை வகைகளை வேறுபடுத்த முடியும்? இந்த பரந்துபட்ட விண்மீன் கூட்டத்தில் அதன் ஒரு பண்பை மட்டுமே நம்மால் நோக்கறிய முடியும். அதனுடைய நிறம் தான் அது. சூரியனுடைய ஒளியானது முப்பட்டைக் கண்ணாடி வழியாக ஊடுருவும் போது வானவில்லைப் போன்று பல வண்ணங்களாக உடைகிறது என நியூட்டன் கண்டறிந்தார். ஒரு விண்மீனையோ அல்லது திரளையோ தொலைநோக்கி மூலம் உற்று நோக்கும் போது அவற்றின் நிறமாலையை நம்மால் நோக்கறிய முடியும். வெவ்வெறு விண்மீன்கள் வேறு வேறு நிறமாலையைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் வெவ்வேறு வண்ணங்களின் வெவ்வேறு ஒப்பீட்டு வெளிச்சமானது எப்போதும் சிவப்பு நிற ஒளிரும் பொருளாலேயே உமிழப்படுகிறது. எனவே ஒரு விண்மீனின் வெப்பநிலையை அதன் நிறமாலையை வைத்து கணிக்க முடியும். மேலும் சில நிறமாலைகளில் சில நிறங்கள் விடுப்பட்டிருப்பதையும் காண முடிகிறது. இது ஒவ்வொரு விண்மீனுக்கும் மாறுபடுகிறது. ஒவ்வொரு வேதியியல் தனிமமும் ஒவ்வொரு நிறத்தை உறிஞ்சுகிறது என்று நமக்கு தெரியும். எனவே

எந்த நிறம் விடுபட்டிருக்கிறது என்பதை ஆராய்வதன் மூலம் அந்த விண்மீனின் வளிமண்டலத்தில் உள்ள வேதியியல் மூலக்கூறுகளையும் நம்மால் கணக்கிட முடியும்.

1920ல் வானியலாளர்கள் வெவ்வேறு திரள்களில் உள்ள விண்மீன்களின் நிறமாலையை ஆராயத் தொடங்கினர். அவற்றில் ஒரு வித்தியாசமான பண்பு இருப்பதை கண்டனர். நம் திரளிலுள்ள விண்மீன்களில் இருப்பதை போன்றே நிறமாலையில் சில நிறங்கள் விடுபட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அவை அனைத்தும் நிறமாலையின் சிவப்பு முனையை நோக்கி அதே அளவிலேயே மாற்றப்பட்டுள்ளது. இதற்கு ஒரே காரணம் அந்த திரள்கள் நம்மைவிட்டு விலகிச் சென்றுள்ளன என்பது தான். மேலும் அவற்றிலிருந்து வரும் ஒளியின் அலைநீளமும் டாப்ளர் விளைவின் காரணமாக குறைந்துள்ளது. சாலையில் வரும் ஒரு மகிழுந்தின் விசைப்பொறி இரைச்சலை கவனிக்கும் போது அருகில் வரும்போது அதன் ஒலியலைகளின் அலைநீளம் அதிகமாவதையும், நம்மை விட்டு விலகிச்செல்லும் போது குறைவதையும் கவனிக்க முடியும். ஒளிக்கும், கதிரலைகளுக்கும் செயல்பாடு ஒன்று போலவே இருக்கும். காவல்துறையினர் மகிழுந்தின் வேகத்தை அளக்க டாப்ளர் விளைவை பயன்படுத்தியே அவற்றில் பிரதிபலிக்கும் கதிரலைகளின் துடிப்புகளின் அதிர்வெண்ணை கணக்கிடுவர்.

பிற விண்மீன் திரள்கள் இருப்பதை நிருபித்ததை தொடர்ந்து வந்த ஆண்டுகளில், அவற்றின் தொலைவை கணக்கிடவும், அவற்றின் நிறமாலைலளை கவனிக்கவும் ஹபில் நேரத்தை செலவிட்டார். அக்காலகட்டத்தில் பெருவாரியானோர் செம்பெயர்ச்சி செய்யபட்ட நிறமாலைகளைப் போன்றே நீலப்பிறழ்வு விண்மீகளும் கண்டறியப்படும் என எதிர்பார்த்தனர். ஆனால் அனைத்து விண்மீன் திரள்களும் செம்பெயர்ச்சியானதாகவே இருந்தது. இதன்மூலம் அனைத்து விண்மீன் திரள்களும் நம்மை விட்டு விலகியே செல்கின்றன என அறிகிறோம். மேலும் ஒரு ஆச்சர்யகரமான முடிவை 1929ல் ஹபில் வெளியிட்டார். அதாவது செம்பெயர்ச்சியான விண்மீன் திரள்களின் அளவானது அது நம் திரளிலிருந்து உள்ள தொலைவிற்கு நேரடி விகிதத்தில் உள்ளது. வேறு வழியில் சொல்லப்போனால் தொலைவிலுள்ள விண்மீன் திரள்கள் நம்மை விட்டு வேகமாக விலகி செல்கின்றன. எனவே நாம் முன்பு எண்ணியதே போல அண்டமானது நிலையானது அல்ல. மாறாக விரிவடைந்துக் கொண்டு இருக்கிறது. இரண்டு திரள்களுக்கு இடையேயான தொலைவு அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது.

அண்டம் விரிவடைகிறது என்ற கண்டுபிடிப்பானது இருபதாம் நூற்றாண்டின் தலைசிறந்த அறிவுசார் புரட்சியாகும். பின்னோக்கி பார்க்கும் போது இதை ஏன் யாருமே சிந்திக்கவில்லை என ஆச்சர்யமாக உள்ளது. நியூட்டன் முதலிய சிந்தனையாளர்கள் கூட

அண்டம் நிலையாக இல்லாமல் விரிவடைவதை விட, ஈர்ப்பு விசையினால் சுருங்கக்கூடும் என எண்ணியிருக்கலாம் என நினைக்கிறேன். அண்டமானது மெதுவாக விரிவடைந்துக் கொண்டிருந்தால், ஈர்ப்பு விசையானது தடுத்து நிறுத்தி சுருங்க செய்திருக்கும். இருப்பினும் அண்டம் சரியான வேகத்தில் விரிவடைவதால் ஈர்ப்பு விசையால் தடுக்க இயலவில்லை. எனவே அண்டம் தொடர்ந்து விரிவடைந்துக் கொண்டேதான் இருக்கும். இது ஒரு ஏவூர்தி பூமியிலிருந்து செலுத்தப்படுவதற்கு ஒப்பானதாகும். குறைவான வேகத்தில் செலுத்தப்பட்டால் ஈர்ப்புவிசை மீண்டும் அதை பூமிக்கே இழுத்துவிடும். ஆனல் விடுபடு திசைவேகத்தில் ஒரு வினாடிக்கு ஏழு மைல்கள் என்ற வேகத்தில் ஏவப்படும் போது அது பூமியின் ஈர்ப்பைவிட்டு வெளியே சென்றுவிடும்.

அண்டத்தின் இத்தகைய செயல்பாட்டை நியூட்டனின் ஈர்ப்புக் கோட்பாட்டின் மூலம் 19வது நூற்றாண்டிலோ அல்லது 18 வது நூற்றாண்டிலோ அல்லது 17வது நூற்றாண்டின் இறுதியிலோ கூட கண்டறிந்திருக்கலாம். ஆனால் அப்போது நிலையான அண்டக்கோட்பாடு வலிமையாக இருந்தது. எனவே இந்த கோட்பாடே 20ம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதி வரை நீடித்தது. மேலும் 1915ல் ஐன்ஸ்டீன் “பொது சார்பியல் கோட்பாட்டை” முன்மொழிந்த போது கூட அண்டம் நிலையானதாகவே இருக்க வேண்டுமென நம்பினார். அதனாலேயே தனது சமன்பாட்டில் அண்டவியல்

மாறிலியை உட்புகுத்தினார். இதுவே எதிர் ஈர்ப்பு விசை எனப்பட்டது. இது மற்ற விசைகளைப் போல எந்த மூலத்திலிருந்தும் வெளியிடப்படாமல், வெளி-காலத்தில் கட்டப்பட்டதாக கருதப்பட்டது. அவருடைய அண்டவியல் மாறிலியானது வெளி-காலத்திற்கு உள்ளார்ந்த விரிவடைதலை எதிர்க்கும் விசையைக் கொடுப்பதாக எண்ணினார். இதன் விளைவாகவே நிலையான அண்டமே பதிலாகக் கிடைத்தது.

ஒரே ஒருவர் மட்டுமே பொது சார்பியல் கோட்பாட்டின் முகமதிப்பை உணர்ந்ததாக தெரிகிறது. ஐன்ஸ்டீனும் ஏனையோரும் பொது சார்பியல் கூறும் நிலையான அண்டத்தை எப்படி தவிர்ப்பது என சிந்தித்த போது ருசிய இயற்பியலாளரான அலெக்சாண்டர் ஃப்ரீட்மேன் (Alexander friedmann) என்பவர் மட்டுமே அதை விளக்க எண்ணினார்.

ஃப்ரீட்மேன் மாதிரி

பொது சார்பியல் கோட்பாடு அண்டம் எப்படி காலத்தால் பரிணமித்தது என கூறினாலும், அதை தெளிவாக விளக்குவதில்லை. எனவே ஃப்ரீட்மேன் இரண்டு எளிமையான அனுமானங்களை எடுத்துக் கொண்டார். முதலாவதாக, எந்த திசையை நோக்கினாலும் அண்டம் ஒன்றுபோலவே காட்சியளிக்கிறது, இரண்டாவதாக அண்டத்திற்கு வெளியே எங்கிருந்து நோக்காய்ந்தாலும் இவ்வாறே காட்சியளிக்கிறது. இந்த இரண்டு அனுமானங்களின் மூலம், பொது சார்பியல் கோட்பாடு அண்டம் நிலையற்றது என கூறுவதாக ஃப்ரீட்மேன் சொன்னார். ஹபிலின் கண்டுபிடிப்புக்கு சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பே 1922ல் ஃப்ரீட்மேன் இதை கணித்தார்.

அண்டம் அனைத்து திசைகளிலும் ஒரே போலவே காட்சியளிக்கிறது என்ற அனுமானம் உண்மை அல்ல. உதாரணமாக நமது விண்மீன் திரளில் உள்ள சில விண்மீன்கள் இரவு வானத்தில் சில தனித்துவமான ஒளிப்பட்டைகளை உருவாக்குகின்றன. இதையே நாம் பால்வழி அண்டம் என்கிறோம். ஆனால் நாம் தூரத்து விண்மீன் திரள்களை பார்க்கும்போது ஒவ்வொரு திசையிலும் விண்மீன்களின் எண்ணிக்கை ஏறக்குறைய ஒரே அளவாக இருப்பதாக தோன்றுகிறது. எனவே விண்மீன்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தை ஒப்பிடுகையில்

அண்டம் தோராயமாக ஒரே போல தோற்றமளிக்கிறது. உண்மை அண்டத்தின் தோராயமான மதிப்பீட்டுக்கு ஃப்ரீட்மேனின் அனுமானங்களை போதுமானதாக இருந்தது. ஆனால் சமீபத்தில் தான் நல் விபத்தாக ஃப்ரீட்மேன் அனுமானமே அண்டத்தைப் பற்றிய மிகத் துல்லியமான விளக்கம் என்ற உண்மை தெரியவந்தது. 1965 இல் இரண்டு அமெரிக்க இயற்பியலாளர்களான அர்னோ பென்சியாஸ் (Arno penzias) மற்றும் ராபர்ட் வில்சன் (Robert wilson) ஆகியோர் நியூஜெர்சியில் உள்ள பெல் ஆய்வுகூடத்தில் சுழலும் துணைக்கோள்கள் உடன் தொடர்பு கொள்ளும் அதிக உணர்திறன் கொண்ட நுண்ணலை கண்டறியும் இயந்திரத்தை வடிவமைத்து கொண்டிருந்தனர். அந்த இயந்திரத்தை கண்டுபிடித்த போது அது அதிக அளவான ஒலியை உறிஞ்சிவதைக் கண்டு வருத்தமுற்றனர். அந்த ஒலியானது எந்த குறிப்பிட்ட திசையில் இருந்தும் வரவில்லை. அந்த கண்டுபிடிப்பான் மீது ஏதேனும் பறவை எச்சம் உள்ளதா என சரி பார்த்தனர். ஆனால் விரைவாகவே பிரச்சினையை கண்டறிந்து விட்டனர். வளி மண்டலத்திற்குள் வரும் எந்த ஒலியும் கண்டுபிடிப்பான் நேரே மேலாக சுட்டிக்காட்டாத போது வலுவாக இருக்கும் என்பதை அவர்கள் உணர்ந்திருந்தனர். ஏனெனில் செங்குத்து வடிவில் பார்க்கும்போது வளிமண்டலம் தடிமனாக தோன்றும்.

கண்டுபிடிப்பான் எந்த திசையை காட்டினாலும் அதிகப்படியான ஒலியே வந்தது. எனவே இது வளி மண்டலத்திற்கு வெளியே இருந்து வந்திருக்க வேண்டும். இந்த கதிரியக்கமானது நம் சூரிய குடும்பத்திற்கு வெளியில் இருந்தோ அல்லது நம் விண்மீன் திரளுக்கு வெளியில் இருந்தோ வந்திருக்க வேண்டும். மற்றபடி பூமி கண்டுபிடிப்பானை வேறு திசையில் சுட்டிக்காட்டினால் இது மாறுபடும்.

உண்மையில் கதிரியக்கமானது பல்வேறு நோக்கறிய தக்க அண்டங்களுக்கு பயணிக்கிறது. இன்னும் இவை வெவ்வேறு திசைகளில் ஒரே மாதிரியான தோன்றுவதால் குறைந்தது அண்டம் பெரிய அளவிலாவது ஒவ்வொரு திசையிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்க வேண்டும். எந்த திசையை நாம் நோக்கினாலும் ஒளியானது பத்தாயிரத்தில் ஒரு பங்கு கூட குறைவதில்லை என்று நமக்கு தெரியும். எனவே பென்சியாசும் வில்சனும் ஃப்ரீட்மேனின் முதல் அனுமானத்தின் குறிப்பிடத்தக்க துல்லியமான உறுதிப்படுத்துதல் தெரியாமல் தடுமாறினர்.

ஏறத்தாழ அதே காலகட்டத்தில் இரண்டு அமெரிக்க இயற்பியலாளர்களான பாப் டிக்கே (Bob dicke) மற்றும் ஜிம் பீபில்ஸ் (Jim peebles) ஆகியோரும் நுண்ணலை ஆய்வில் ஆர்வம் காட்டினர். அவர்கள் அலெக்சாண்டர் ஃப்ரீட்மேனின் மாணவரான ஜார்ஜ் காமவ்

(Georgr gamow) என்பவரின் பரிந்துரையின் பேரில் அண்டமானது கடந்த காலத்தில் அதிக வெப்பமும், அடர்த்தியும் கொண்டு வெண்மையாக ஒளிர்ந்து கொண்டிருந்தது என்பதை பற்றி ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தனர். தொடக்கக் கால அண்டத்தின் தூரத்திலிருந்து வரும் ஒளியானது தற்போது தான் நம்மை வந்தடைவதால் அவற்றின் வெண் ஒளிர்தலை இன்னும் நம்மால் பார்க்கமுடியுமென டிக்கேயும் பீபில்சும் வாதிட்டனர். எனினும் அண்டத்தின் விரிவாக்கத்தில் இந்த ஒளி மிகவும் செம்பெயர்ச்சி அடைவதால் நமக்கு நுண்ணலை கதிரியக்கமாக தோற்றமளிக்க கூடும். டிக்கேயும் பீபில்சும் இந்த கதிரியக்கத்தை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்த போது பென்சியாசும் வில்சனும் இதை கேள்வியுற்று தாம் இதை முன்பே கண்டறிந்துவிட்டோமென உணர்ந்தனர். இதற்காக 1978இல் பென்சியாஸ் மற்றும் வில்சனுக்கு நோபள் பரிசு கிடைத்தது. இது டிக்கே மற்றும் பீபில்சுக்கு சற்று வருத்தத்தையே தந்தது.

இப்போது முதல் பார்வையில் நாம் எந்த திசையிலிருந்து பார்த்தாலுமே அண்டம் ஒரே போல தெரிகிறது என்பதற்கான இத்தகைய ஆதாரங்கள் அனைத்தும் அண்டத்தில், நமது இடத்தில் ஏதேனும் சிறப்பு இருப்பதாகவே காட்டுகிறது. குறிப்பாக, மற்ற எல்லா விண்மீன் திரள்களும் நம்மை விட்டு விலகி செல்வதாக கொண்டால் நாமே அண்டத்தின் மையமாக இருக்க வேண்டுமென

தோண்றுகிறது. வேறு வழியில் சொல்லப் போனால் வேறு எந்த விண்மீன் திரளில் இருந்து பார்த்தாலுமே நமது அண்டம் ஒரே போலவே தோற்றமளிக்கிறது. இதுவே ஃப்ரீட்மேனின் இரண்டாவது அனுமானம் ஆகும்.

நம்மிடம் இந்த அனுமானத்திற்கு ஆதரவாகவோ அல்லது எதிராகவோ எந்த அறிவியல் ஆதாரமும் இல்லை. ஆனாலும் இதை நம்புவதை விட நமக்கு வேறு வழியில்லை. அண்டத்தை சுற்றி வேறு இடத்திலிருந்து அல்லாமல் அனைத்து திசையிலும் நமது அண்டம் ஒரே போல தோன்றினால் அது குறிப்பிடதக்கதாக இருக்கும். ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியில் அனைத்து திரள்களும் ஒன்றையொன்று விலகிச் செல்கின்றன. புள்ளிகள் நிறைந்த ஒரு பலூனை ஊதும் போது அந்தப் புள்ளிகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு அதிகரிக்கும். ஆனால் அவற்றிற்கென எந்த மையப்புள்ளியும் இருக்காது. மேலும் புள்ளிகள் எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளதோ அவ்வளவு வேகமாக விலகிச்செல்லும். அதே போல ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியில் விலகிச் செல்லும் இரண்டு விண்மீன் திரள்களின் வேகமானது அதன் தொலைவுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். ஹபில் கண்டுபிடித்ததைப் போன்று விண்மீன் திரளின் செம்பெயர்ச்சியானது நம்மிடமிருந்து உள்ள தொலைவுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

அவருடைய மாதிரி வெற்றியடைந்திருந்தும், ஹபிலின் நோக்காய்வினுடைய கணிப்புகள் இருப்த போதும் ஃப்ரீட்மேனின் கண்டுபிடிப்பானது மேற்குலகில் பெரிதாக அறியப்படவில்லை. ஆனால் அமெரிக்க இயற்பியலாளர்களான ஹோவர்ட் ராபர்ட்சன்னும், (Howard robertson) பிரித்தானிய கணிதவியலாளரான ஆர்தர் வாக்கரும் (Arthur walker) இதே போன்ற வேறொரு மாதிரியை 1935இல் கண்டுபிடித்த போது தான் அண்டத்தின் சீரான விரிவாக்கம் குறித்த ஹபிலின் கண்டுபிடிப்புக்கு பதில் கிடைத்தது.

ஃப்ரீட்மேன் ஒன்றைமட்டுமே கண்டுபிடித்திருந்தாலும் உண்மையில் அவருடைய இரண்டு அடிப்படை அனுமானங்களுக்கு கீழ்படியும் மூன்று வகையான மாதிரிகள் உள்ளன. முதலாவது வகையில் ஃப்ரீட்மேன் கண்டுபிடிப்பானது, அண்டம் மிக மெதுவாக விரிவடைந்துக் கொண்டிருக்கும் போது விரிவடைதல் குறைக்கப்பட்டு, நின்றுவிடுகிறது. பிறகு திரள்கள் ஒன்றையொன்று நோக்கி நகர்ந்து சுருங்க தொடங்குகிறது. இரண்டு அண்டை திரள்களின் தொலைவு சுழியமாகி மீண்டும் அதிகத் தொலைவை அடைகிறது. பிறகு மீண்டும் சுழியத்தை அடைகிறது.

இரண்டாவது வகை விடை என்பது, அண்டம் மிக வேகமாக விரிவடையும் போது ஈர்ப்பு விசையால் அதை நிறுத்த இயலாது. இருப்பினும் சற்று தாமதப் படுத்த இயலும். அருகிலுள்ள விண்மீன்

திரள்களின் தொலைவு சுழியத்திலிருந்து தொடங்கி இறுதியில் சீரான வேகத்தில் விலகி செல்கிறது.

இறுதியாக மூன்றாவது வகையில், அண்டம் மீண்டும் தகர்வுறாமல் இருப்பதற்கான வேகத்தில் விரிவடைகிறது. இதிலும் பிரிவானது சுழியத்திலிருந்து தொடங்குகிறது. இது மீண்டும் சுழியத்தை எட்டாது எனினும் பிரிந்து செல்வது சிறிது சிறிதாக குறையும்.

ஃப்ரீட்மேன் மாதிரியின் முதலாவது குறிப்பிடதக்க அம்சமானது, அண்டத்தின் வெளி வரையறுக்கப்படாதது அல்ல, ஆனால் அதற்கு எந்த எல்லைக்கோடும் இல்லை. ஈர்ப்பு விசை வலிமையாக இருந்தால் பூமியின் மேற்பரப்பை போன்றே வெளியையும் தன் மீது வளைக்கிறது. ஒருவர் பூமியின் மேற்பரப்பில் ஏதேனும் ஒரு திசையில் பயணித்தால், கடக்க முடியாத தடையை சந்திக்கவோ அல்லது ஏதேனும் விளிம்பில் மோதியோ விழமாட்டார். மாறாக, இறுதியில் தொடங்கிய இடத்திற்கே வந்து சேர்வார். வெளி ஆனது இந்த ஃப்ரீட்மேனின் முதல் மாதிரியைப் போன்றது தான், ஆனால் மேற்பரப்பைப் போன்று இரு பரிமாணமாக இல்லாமல் முப்பரிமாணங்களைக் கொண்டதாக இருக்கும். நான்காவது பரிமாணமான காலமும் குறிப்பிட்ட எல்லைவரை வரையறுக்கப்பட்டது தான். ஆனால் இது தொடக்கம் மற்றும் முடிவு

என்ற இரண்டு எல்லை அல்லது முனைகளை உடையக் கோட்டைப் போன்றது. பொது சார்பியல் கோட்பாடு குவாண்டம் இயங்கியலின் உறுதியின்மை கொள்கையை இனைக்கும் போது காலமும் வெளியும் எல்லைகளோ விளிம்புகளோ இல்லாமல் எப்படி வரையறுக்கப்பட்டாத மாறுகிறது என பிறகு பார்க்கலாம். அண்டத்தை சுற்றி செல்ல விரும்பும் ஒருவர் ஒரு திசையில் சென்று ஆரம்பித்த இடத்திற்கே வந்து சேர்வது எனும் கற்பனை நல்ல அறிவியல் புனைகதை தான். ஆனால் இது நடைமுறையில் சாத்தியமல்ல. ஏனெனின் அவர் சுற்றி வருவதற்கு முன்பே அண்டம் மீண்டும் தகர்வுற்று சுழியத்தை அடைந்து விடும். ஒளியில் வேகத்தை விட அதிகமான வேகத்தில் பயணித்தால் மட்டுமே அது சாத்தியப்படும். ஆனால் அதற்கு அறிவியல் அனுமதிப்பதில்லை.

ஆனால், எந்த ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரி நம் அண்டத்தை சரியாக விளக்குகிறது என கேள்வி எழக்கூடும். அண்டம் விரிவடைவதை நிறுத்திக் கொண்டு சுருங்க தொடங்குமா? அல்லது விரிவடைந்துக் கொண்டே இருக்குமா? இதற்கு பதிலளிப்பதற்கு நம்முடைய அண்டத்தின் தற்போதைய விரிவடையும் வேகமும், தற்போதைய சராசரி அடர்த்தியும் தெரிந்திருக்க வேண்டும். முட்டு மதிப்பை விட அடர்த்தி குறைவாக இருக்கும் பட்சத்தில் ஈர்ப்பு விசையானது அண்ட விரிவாக்கத்தை நிறுத்த போதுமான ஆற்றலை கொண்டதாக இருக்காது. அடர்த்தி முட்டு மதிப்பை விட அதிகமாக இருக்கும்

போது ஒரு கட்டத்தில் விரிவாக்கம் நிறுத்தப்பட்டு அண்டம் மறு தகர்வுறுதலுக்கு ஆளாகும்.

தற்போது டாப்ளர் விளைவை பயன்படுத்தி மற்ற திரள்கள் நம்மை விட்டு விலகிச் செல்வதை வைத்து அண்டத்தின் தற்போதைய விரிவாக்க வீதத்தை கணக்கிடுகிறோம். இது மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. இருப்பினும், தூரத்திலுள்ள தொலைவு சரியாக தெரியாத திரள்களுக்கு மறைமுக முறைகளை பயன்படுத்துகிறோம். ஒவ்வொரு 1000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கும் 5% முதல் 10% வரை அண்டம் விரிவடைகிறது. ஆனாலும் அண்டத்தின் தற்போதைய சராசரி அடர்த்தியின் நிச்சயமற்ற தன்மையானது அதிகமாக உள்ளது.

அனைத்து விண்மீன்களுக்கும் நிறையைக் கூட்டிவிட்டு நமது விண்மீன் திரளையும் பிற திரள்களையும் பார்க்கும் போது, விரிவாக்க வீதத்தை குறை மதிப்பீடு செய்தாலும் கூட விரிவடைவதை தடுக்க தேவையான அளவானது நூறில் ஒரு பங்குக்கு குறைவாகவே உள்ளது. நம்முடைய திரளும், பிறத்திரள்களும் பாரிய அளவிலான கரும் பொருட்களை கொண்டுள்ளது நமக்கு தெரியும். அவற்றை நம்மால் நேரடியாக பார்க்க இயலாவிட்டாலும், திரளில் உள்ள விண்மீன்களின் சுழற்சி பாதையில் ஏற்படும் ஈர்ப்பு அழுத்தத்தை வைத்து அவற்றை உணரமுடியும். மேலும் பெரும்பாலான விண்மீன் திரள்கள் கூட்டமாகக் காணப்படுகிறது. மேலும் இரண்டு விண்மீன்

திரள்களுக்கு இடையே கரும்பொருட்கள் இருப்பதை திரளின் சுழற்சி மூலம் யூகிக்க முடியும். நாம் இந்த அனைத்து கரும்பொருட்களையும் இணைத்தாலும் கூட நம்மிடம் அண்டத்தை நிறுத்த தேவையான ஆற்றலில் 10ல் ஒரு பங்கே தற்போதும் இருக்கிறது. அண்டத்தின் சராசரி அடர்த்தியை அண்ட விரிவாக்கத்தை நிறுத்தும் முட்டு மதிப்பு அளவுக்கு உயர்த்தும் மற்ற பொருட்கள் இன்னும் நம்மால் கண்டறியப்படாமல் இருக்கலாம்.

தற்போதைய ஆதாரங்களின் படி அண்டம் தொடர்ந்து விரிவடைந்து கொண்டு தான் இருக்கும். ஆனால் அதையே சார்ந்திருக்காது. அண்டம் சுருங்கி அழிவதாக இருந்தாலும், குறைந்தது அடுத்த 10,000 மில்லியன் ஆண்டுகளில் அது நடக்கப் போவதில்லை. ஏனெனில் அண்டம் ஏற்கனவே குறைந்த பட்சம் அந்த அளவுக்காக விரிவடைந்திருக்க வேண்டும். எனவே இதை பற்றி நாம் கவலைக் கொள்ள தேவையில்லை. சூரிய குடும்பத்திற்கு அப்பால் நாம் காலனிகளை அமைத்தால் மட்டுமே நமது சூரியனின் முடிவுக்குப் பின்னும் மனித சமூகம் தழைக்க முடியும்.

பெருவெடிப்பு

ஃப்ரீட்மேனின் முடிவுகளின் அம்சங்களாவன, கடந்த காலத்தில் பத்து முதல் இருபது பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அனைத்து விண்மீன் திரள்களுக்குமான தொலைவு சுழியமாக இருந்தது. பெருவெடிப்பு எனப்படும் அந்நேரத்தில் அண்டத்தின் அடர்த்தியும், வெளி-காலத்தின் வளைவும் வரையறுக்க இயலாததாக இருந்தது. இதன்படி பொதுசார்பியல் கோட்பாடும் ஃப்ரீட்மேனின் முடிவுகளும் அண்டத்திற்கு ஓர் ஓர்மைப்புள்ளி (Singularity) இருந்ததாக கணிக்கிறது.

நம்முடைய அனைத்து அறிவியல் கோட்பாடுகளுமே வெளி-காலம் மென்மையாகவும், கிட்டதட்ட தட்டையாக இருப்பதாக அனுமானித்தே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. வெளி-கால வளைவு (Space-time curvature) எல்லையற்றதாக இருக்கும் போது பெருவெடிப்பின் போது அனைத்து அறிவியல் விதிகளுமே ஓர்மைப்புள்ளியில் உடைபடுகிறது. எனவே பெருவெடிப்புக்கு முந்தைய நிகழ்வுகள் எதுவுமே பிறகு நடக்கப்போவதை கணிக்கப் பயன்படாது. எந்த கணிக்கும் தன்மையும் பெருவெடிப்பின் போது செயல்படாது. எனவே நமக்கு பெருவெடிப்புக்கு பிறகு நடந்தவையே நமக்கு தெரியும். அதற்கு முன்பு நடந்தவற்றை கணிக்க இயலாது. நம்மைப்

பொருத்தவரை பெருவெடிப்புக்கு முந்தைய நிகழ்வுகளுக்கு எந்த விளைவுகளும் இல்லை. எனவே அவற்றை அண்டத்தின் அறிவியல் மாதிரியில் ஒரு பகுதியாக எடுத்துக் கொள்வதில்லை. அவற்றை நீக்கிவிட்டு பெருவெடிப்பையே அண்டத்தின் தொடக்கமாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

பெருவாரியானோர் அண்டத்திற்கு தொடக்கம் உண்டு என்ற கருத்தை விரும்பவில்லை. ஏனெனில் இது தெய்வீக தலையீட்டுக்கு வழிவகுக்கும் என எண்ணியிருக்கலாம். 1951ல் பெருவெடிப்பு கோட்பாடு வேதத்திற்கு ஒத்துப்போவதாக கூறி கிறித்தவ தேவாலயங்கள் ஏற்றுக் கொண்டன. பெருவெடிப்பு முடிவை தவிர்க்க வேண்டுமென்பதற்காகவே பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. நிலைத்தன்மை கோட்பாட்டிற்கே பெருவாரியான ஆதரவு இருந்தது. 1948ல் நாஜிக்கள் ஆக்கிரமித்த ஆஸ்திரியாவிலுள்ள இரண்டு ஏதிலிகளான ஹெர்மன் போண்டி (Herman bondi) மற்றும் தாமஸ் கோல்டு (Thomas gold) ஆகியோர் போர்க்காலத்தில் தொலை நிலைமானி கருவியின் வளர்ச்சிக்காக வேலை செய்து கொண்டிருந்த ஃப்ரெட் ஹோயில் (Fred hoyle) என்பவருடன் இணைந்து இந்த கருத்தை பரிந்துரைத்தனர். இந்த யோசனையானது, விண்மீன் திரள்கள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகிச்செல்லும் போது அதற்கிடையில் இடைவெளி உருவாகிறது, அந்த இடைவெளியில் புதிய திரள்கள் உருவாகிக்கொண்டே இருக்கின்றன. எனவே

அண்டமானது எல்லாக் காலத்திலும் எல்லாப் புள்ளியிலிருந்து பார்த்தாலுமே ஒரே போலவே காட்சியளிக்கிறது என்றது.

நிலைத்தன்மை கோட்பாட்டின் படி புதிய பொருட்கள் தொடர்ந்து உருவாவதை அனுமதிப்பதற்கு பொதுசார்பியல் கோட்பாட்டை மாற்றியமைக்க வேண்டியிருந்தது. ஆனால் உருவாகும் பொருட்களின் அளவு மிகவும் குறைவாகவே இருந்தது. அதாவது, ஒரு ஆண்டுக்கு ஒரு கன கிலோமீட்டர். ஆனால் இது சோதனையோடு முரண்படவில்லை. எளிமையையும், நோக்காய்வுகளை தெளிவாக கணிப்பதையும் வைத்துப் பார்க்கும் போது இது சிறந்த அறிவியல் கோட்பாடுதான். இந்த எண்ணற்ற திரள்களோ அல்லது அதற்கொத்த விண்பொருட்களோ அண்டத்தில் எங்கிருந்து எப்போது பார்த்தாலும் ஒரே போல காட்சியளிக்க வேண்டுமென்பது இதன் முக்கியமான ஒரு கணிப்பு ஆகும்.

1950களின் முடிவிலும் 1960களின் தொடக்கத்திலும் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலை கழகத்தில் மார்ட்டின் ரைல் (Martin ryle) என்பவரின் தலைமையின் கீழ் ஒரு வானியலாளர் குழு புறவெளிகளில் உள்ள கதிரலைகளின் மூலங்கள் பற்றி கணக்கெடுப்பு நடத்தினர். இந்த கேம்பிரிட்ஜ் குழுவானது, பெருவாரியான கதிரலைகள் நமது திரளுக்கு வெளியிலிருந்தே வருவதாக காட்டியது. மேலும் பெருவாரியான அலைகள் வலிமை குறைந்ததாகவே இருந்தது.

வலிமையான அலைகள் அருகிலிருந்தும், வலிமையற்ற அலைகள் தொலைவிலிருந்தும் வருவதாக விளக்கினர். அருகிலுள்ள மூலங்களில் ஒரு கன அடி அலகுக்கு குறைவாகவே இருப்பதாக தோன்றுகிறது.

இதுவே நம் அண்டத்தின் மாபெரும் பகுதியின் மையத்தில் இருப்பதாக காட்டியது. ஏனெனில் பிற பகுதிகளைவிட இங்கேயே மூலங்கள் குறைவாக உள்ளது. மாறாக இது வேறொன்றையும் கூறுகிறது. அதாவது கடந்த காலத்தில் அதிகமாக இருந்த மூலங்கள் அப்போது பயணப்படத் தொடங்கி தற்போதே நம்மை வந்தடைகிறது. இந்த விளக்கம் நிலைத்தன்மை கோட்பாட்டிற்கு முரண்படுகிறது. மேலும் 1965ல் பென்சியாஸ் மற்றும் வில்சனால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நுண்ணலை கதிரியக்கம் அண்டம் கடந்த காலத்தில் மிகவும் அடர்த்தியாக இருந்திருக்க வேண்டுமெனக் காட்டியது. எனவே நிலைத்தனமைக் கோட்பாடு வருத்தத்துடன் கைவிடப்பட்டது.

இரண்டு ருசிய அறிவியலாளர்களான எவ்கேனி லிவ்ஷிட்ஸ் (Evgenii Lifshitz) மற்றும் ஐசக் கலாக்னிகாவ் (Isaac Khalatnikov) ஆகியோரும் 1963ல் பெருவெடிப்புக் கோட்பாட்டையும், காலத்தின் தொடக்கத்தையும் தவிர்ப்பதற்கான முயற்சியை மேற்கொண்டனர். பெருவெடிப்பானது ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியில் குறிப்பிடத்தக்கதாக

இருந்தாலும் உண்மை அண்டத்திற்கு வெறும் தோராய மதிப்பீடு மட்டுமே என பரிந்துரைத்தனர். ஒருவேளை அனைத்து மாதிரிகளும் ஏறக்குறைய உண்மை அண்டத்தை போல இருந்திருந்தால் ஃப்ரீட்மேன் மட்டுமே பெருவெடிப்பு ஓர்மைப்புள்ளியை பெற்றிருக்க வேண்டும். ஃப்ரீட்மேன் மாதிரியில் திரள்களை ஒன்றையொன்று விலகி செல்வதால் அவை அனைத்தும் கடந்த காலத்தில் ஒரேப் புள்ளியில் இருந்தது என்பது எந்த வியப்பையும் தரப்போவதில்லை. இருப்பினும் உண்மை அண்டத்தில் திரள்கள் விலகிச்சென்றாலும் பக்கவாட்டு திசைவேகத்துடனும் நகர்கிறது. எனவே எதார்த்தத்தில் அவை ஒருப் புள்ளியில் இருந்திருக்க முடியாது. நெருக்கமாக வேண்டுமானால் இருந்திருக்கலாம். ஒருவேளை தற்போதைய விரிவடையும் அண்டம் பெருவெடிப்பிலிருந்து தொடங்காமல், கடந்த சுருங்கும் கட்டத்திலுள்ள அண்டத்திலிருந்து தொடங்கியிருக்கலாம். அண்டம் தகர்வுற்றதால் அதிலுள்ள துகள்கள் மோதாமல் இருந்திருக்கலாம். ஒன்றைவிட்டு ஒன்று கடந்தும் சென்றிருக்கலாம். இது கூட தற்போதைய விரிவடைதலுக்கு காரணமாக இருந்திருக்கலாம். பிறகு எப்படி உண்மை அண்டம் பெருவெடிப்பிலிருந்து தொடங்கியிருக்க முடியும்? என்ற கேள்வி எழக்கூடும்.

லிவ்ஷிட்சும் கலாட்னிகாவும் செய்ததெல்லாம் ஃப்ரீட்மேன் மாதிரிக்கு ஒத்த மற்ற மாதிரிகளை புரிந்துக் கொள்ள முயன்றது தான்.

ஆனால் அம்மாதிரிகள் உண்மை அண்டத்தில் தோராய திசைவேகத்தையும், அதன் குறைபாடுகளையும் கணக்கிலெடுத்துக் கொண்டனர். விண்மீன் திரள்களானது வெகுகாலம் ஒன்றையொன்று விலகிக்கொண்டே செல்வதில்லை என்றாலும் கூட, அத்தகைய மாதிரிகள் பெருவெடிப்பிலேயே தோன்றுகிறது எனக் காட்டினர். ஆனால் இது சில விதிவிலக்கான மாதிரியில் மட்டுமே சாத்தியமென அவர்கள் வாதிட்டனர். அதாவது அனைத்து திரள்களும் சரியான பாதையில் நகர வேண்டும். பெருவெடிப்பு ஓர்மைப்புள்ளி இல்லாத பல ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரிகள் போன்ற மாதிரிகள் இருப்பதாகவும் அதனால் பெருவெடிப்பு நடந்திருக்க வாய்ப்பில்லை எனவும் வாதிட்டனர். பிறகே ஃப்ரீட்மேனின் பல மாதிரிகள் இருப்பதையும் அவை ஓர்மைப்புள்ளியைக் கொண்டிருப்பதையும், பல திரள்கள் எந்த சிறப்பான வழியிலும் நகர்வதில்லை எனவும் உணர்ந்தனர். எனவே அவர்களின் கூற்றை 1970ல் கைவிட்டனர்.

லிவ்ஷிட்ஸ் மற்றும் கலாட்னிகாவ் உடைய இந்த பணியானது மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில் பொது சார்பியல் கோட்பாடு சரியாக இருக்கும் பட்சத்தில் பெருவெடிப்பு-ஓர்மைப்புள்ளி நடந்திருக்க வேண்டுமென இதுவேக் காட்டியது. எனினும் இது சில முக்கிய கேள்விகளுக்கு பதிலளிக்கவில்லை. அதாவது பொது சார்பியல் கோட்பாடு அண்டத்திற்கு பெருவெடிப்பும், காலத்திற்கு தொடக்கமும் உண்டு என்பதை

கணிக்கிறதா? என்ற கேள்விக்கான பதில் பிரித்தானிய இயற்பியலாளரான ரோஜர் பென்ரோசின் (Roger penrose) வித்தியாசமான அணுகுமுறையால் 1965ல் கண்டறியப்பட்டது. பொது சார்பியலில் ஒளிக்கூம்புகள் செயல்படும் விதத்தை பயன்படுத்தினார். ஈர்ப்பு விசை எப்போதும் கவர்ந்து இழுப்பதையும், தனது சொந்த ஈர்ப்பு விசையினாலேயே விண்மீன்கள் தகர்வுற்று தனது எல்லையை சுழியத்தை நோக்கி கொண்டுவருவதையும் காட்டினார். எனவே விண்மீனிலுள்ள அனைத்துப் பொருட்களும் சுழிய அளவுக்கு சுருங்குகிறது. எனவே அடர்த்தியும், வெளி-கால வளைவும் எல்லையற்றதாகிறது. சுருங்கச்சொன்னால், வெளி காலத்தின் ஒரு பகுதியில் ஏற்படும் ஓர்மைப்புள்ளியே கருந்துளை எனப்படுகிறது.

முதல் பார்வையில் பென்ரோசின் முடிவானது கடந்த காலத்தில் பெருவெடிப்பு நடந்ததா என்பதற்கு பதிலளிக்கவில்லை. எனினும், பென்ரோஸ் அவருடைய தேற்றத்தை வெளியிட்ட போது நான் என்னுடைய முனைவர் பட்டத்திற்கான ஆய்வுக்கட்டுரையை சமர்பிக்க சிரமப்பட்டுக் கொண்டிருந்த ஆராய்ச்சி மாணவனாக இருந்தேன்.பென்ரோசின் தேற்றத்தில் காலத்தின் திசையை பின்னோக்கி செலுத்துவன் மூலம் தகர்வுறுதல் விரிவாக்கமாக மாறுமென நான் உணர்ந்தேன். அண்டம் ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியைப் போன்று ஏறக்குறைய தற்கால அளவில் பெரிதாக இருந்தால்,

பென்ரோசினுடைய நிபந்தனைகள் இன்னும் இருந்திருக்கும். பென்ரோசின் தேற்றம் தகர்வுறும் விண்மீன் ஓர்மைப்புள்ளியில் முடிவடையுமென்றுக் காட்டிவிட்டது. காலத்தை பின்னோக்கி செலுத்தும் விவாதமானது, ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியைப் போன்ற விரிவடையும் அண்டங்கள் ஓர்மைப்புள்ளியிலேயே தொடங்குமென காட்டிவிட்டது. தொழில் நுட்ப காரணங்களுக்காக, அண்டத்தின் வெளியானது வரையறுக்க இயலாததாக இருக்க வேண்டும். எனவே நான் அண்டமானது தகர்வுறுதலை தவிர்க்கும் வேகத்தில் விரிவடைந்தால் மட்டுமே அங்கு ஓர்மைப்புள்ளி இருக்குமென நிருபிக்க பயன்படுத்திக் கொண்டேன். ஏனெனில் ஃப்ரீட்மேனின் மாதிரியில் வெளி வரையறுக்கப்படாதது.

அடுத்த சில ஆண்டுகளில் ஓர்மைப்புள்ளி ஏற்படவேண்டுமென்ற தேற்றங்களிலிருந்து இதையும் மற்ற தொழில் நுட்பங்களையும் நீக்க புதிய கணித நுட்பங்களை உருவாக்கினேன். 1970ல் நானும் பென்ரோசும் சேர்ந்து சமர்பித்த ஆய்வறிக்கையில் அண்டம் நாம் நோக்கியறியும் பொருட்களைவிட அதிகமான பொருட்களை கொண்டிருப்பதையும், பொது சார்பியல் சரி என்பதன் மூலம் கண்டிப்பாக பெருவெடிப்பு நடந்திருக்க வேண்டுமெனவும் நிருபித்தோம்.

எங்கள் ஆய்வுக்கு கடுமையான எதிர்ப்பு வந்தது. லிவ்ஷிட்ஸ் மற்றும் கலாட்னிகாவை பின்பற்றுபவர்களாலும், ஓர்மைப் புள்ளி கோட்பாட்டை வெறுப்பவர்களாலும், மேலும் இது ஐன்ஸ்டீனுடைய கோட்பாட்டை சிதைப்பதாக எண்ணியவர்களாலும் தான். இருப்பினும் யாராலும் கணித தேற்றத்திற்கு எதிராக வாதிட முடியாது. எனவே அண்டத்திற்கு ஒரு தொடக்கம் உண்டு என தற்போது பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டுவிட்டது.

மூன்றாம் சொற்பொழிவு

கருந்துளைகள்

கருந்துளை எனும் பதம் சில காலமாக தான் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அமெரிக்க அறிவியலாளரான ஜான் வீலர் (John wheeler) என்பவரே 1969ல் பெயரிட்டார். ஆனால் இந்த சிந்தனைக்கான அடிப்படை 200 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே தொடங்கி விட்டது. அக்காலத்தில் ஒளியை பற்றி இரண்டு கோட்பாடுகள் இருந்தன. ஒன்று அது துகள்களால் ஆனதாகவும் மற்றது அது அலைகளால் ஆனதாகவும் சொன்னது. உண்மையில் இரண்டுமே சரி என்பது நமக்கு இப்போது தெரியும். ஒளி அலையால் ஆனது என்ற கோட்பாட்டில் அது எப்படி ஈர்ப்பு விசையில் செயல்படும் என்று விளக்கப்படவில்லை. ஆனால் ஒளி துகள்கலால் ஆனது என்ற கோட்பாட்டின் படி ஒளியானது பீரங்கி குண்டுகளும், ஏவூர்திகளும், கோள்களும் எப்படி ஈர்ப்பு விசையால் பாதிப்படைகிறதோ அவ்வாறே பாதிப்படைகின்றன என எதிர்பார்க்கலாம்.

கேம்பிரிட்ஜின் முதல்வரான ஜான் மிட்செல் (John mitchel) என்பவர் இந்த அனுமானத்தின் அடிப்படையில் “இலண்டன் மேட்டுக்குடியின் தத்துவார்த்த பரிவர்த்தனைகள்” (Philosophical transactions of the Royal society of London) என்ற நூலில் 1783ல் ஓர் ஆய்வறிக்கை சமர்பித்தார். அதில் விண்மீன்கள் பெரியதாகவும்,

நெருக்கமாகவும் இருப்பதால் வலிமையான ஈர்ப்புப் புலத்தைக் கொண்டிருக்கும். எனவே அது ஒளியை வெளியேவிடாது என சுட்டிக்காட்டினார். விண்மீன்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து உமிழப்படும் ஒளியானது, அது வெகுதூரம் செல்லும் முன்பே பின்னோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. இதுபோல பல விண்மீன்கள் இருப்பதாக மிட்செல் கூறினார். ஒளி வெளியிடப்படாததால் அவற்றை நம்மால் பார்க்க இயலாது. ஆனால் அதன் ஈர்ப்பு புலத்தை உணரமுடியும். அப்பொருட்களையே தற்போது கருந்துளைகள் என்கிறோம். அவையே விண்வெளியின் கருப்பு வெற்றிடங்கள் ஆகும்.

சில ஆண்டுகள் கழித்து, ஒரு பிரெஞ்சு அறிவியலாளரான மார்கஸ் டி லாப்லேஸ் (Marques de laplace) என்பர் மிட்செல்லை சாராமலே இதேப்போன்ற பரிந்துரை ஒன்றை முன்வைத்தார். இதில் சுவாரஸ்யம் என்னவெனில் இக்கருத்தை அவருடைய நூலான “உலகின் அமைப்பு” என்பதின் இரண்டு பதிப்பில் மட்டுமே சேர்த்திருந்தார். பிந்தைய பதிப்புகளில் அவை நீக்கப்பட்டு விட்டன. ஒருவேளை அவர் இதை ஒரு பைத்தியக்காரத்தனமான யோசனை என நினைத்திருக்கக் கூடும். உண்மையில் ஒளியை நியூட்டனின் ஈர்ப்புக் கோட்பாட்டில் உள்ள பீரங்கிக்குண்டைப் போல கருத இயலாது. ஏனெனில் ஒளியின் வேகம் மாறாதது. பீரங்கி குண்டு பூமியிலிருந்து மேல் நோக்கி சுடப்படும் போது ஈர்ப்பு விசையால் மெதுவாக்கப்பட்டு இறுதியில் ஓரிடத்தில் நின்று பிறகு கீழே விழத்

தொடங்குகிறது. ஆனால் ஒளிமம் (Photon) மேல் நோக்கிச் சென்றாலும் சீரான வெகத்திலேயே சென்று விடுகிறது. பிறகு எப்படி நியூட்டானிய ஈர்ப்பு ஒளியை பாதிக்க முடியும்? என கேள்வி எழலாம். பாரிய விண்மீன்களுக்கான கோட்பாடுகளை வெளியிட்டு நீண்ட காலம் ஆகியிருந்தும் கூட 1915ல் ஐன்ஸ்டீன் பொது சார்பியல் கோட்பாட்டை வெளியிடும் வரை இதற்கான பதில் கிடைக்கவில்லை.

ஒரு கருந்துளை எவ்வாறு உருவாகிறது என்பதை அறிந்து கொள்ள ஒரு விண்மீனின் வாழ்க்கை சுழற்சியை புரிந்துக் கொள்ள வேண்டும். அதிக அளவிலான வாயுக்களால் குறிப்பான ஹைட்ரஜனால் உருவான விண்மீன்கள் தன் சொந்த ஈர்ப்பு விசையாலேயே தகர்வுறத் தொடங்குகிறது. இது சுருங்கும் போது அதிலுள்ள அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று அதிக அலை நீளத்திலும், மிகுந்த வேகத்துடனும் மோதிக்கொண்டு வெப்பமடைகிறது. இறுதியாக இந்த வாயுக்கள் அதிக வெப்பத்தை அடையும் போது ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஹீலியம் வாயுக்களை உருவாக்குகிறது. இதிலிருந்து அதிகப்படியான வாயுக்கள் வெளியிடப்படுகிறது. இது ஒரு கட்டுபடுத்தப்பட்ட ஹைட்ரஜன் அணுகுண்டை போல செயல் படுகிறது. இதனாலேயே விண்மீன்கள் ஒளிர்கின்றன. இந்த அதிகப்படியான வெப்பம் வாயுக்களின் அழுத்தத்தை ஈர்ப்பு விசையை சமன் செய்யும் அளவுக்கு குறைக்கிறது. மேலும் வாயுக்கள் சுருங்குவதை நிறுத்திக்

கொள்கின்றன. இது ஒரு பலூனை ஊதும்போது உள்ளிருக்கும் அழுத்தம் பலூனை சிறியதாக்கி சமன் செய்ய முயல்வதற்கு ஒப்பானதாகும்.

அணுக்கரு வினைகளின் வெப்பம் ஈர்ப்பு விசையை சமன் செய்வதன் மூலம் விண்மீன் நீண்ட காலத்துக்கு நிலையாகவே இருக்கும். எனினும், இறுதியாக ஹைட்ரஜனும் ஏனைய எரி பொருட்களும் தீர்ந்துவிடுகிறது. ஆனல் முரண்மெய்மையாக அதிகப்படியான எரிபொருள் சீக்கிரம் தீர்கிறது. ஏனெனில் பாரிய விண்மீன்களுக்கு அதன் ஈர்ப்பு விசையை ஈடுகட்ட அதிகப்படியான வெப்ப ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. அதிக வெப்பத்திற்கு அதிக எரிபொருள் தேவைப்படுகிறது. தோராயமாக நமது சூரியனுக்கு அடுத்த 5000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு தேவையான எரிபொருள் இருக்கிறது. ஆனால் பல பாரிய விண்மீன்கள் 100 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு உள்ளாகவே எரிபொருளை பயன் படுத்தி விடுகிறது. இது அண்டத்தின் வயதைவிட மிகவும் குறைவு. எரிபொருள் தீர்ந்த உடனேயே விண்மீன்கள் குளிரடையத் தொடங்கி சுருங்கத் தொடங்குகிறது. பிறகு என்ன நடக்கும் என்பதை 1920களின் இறுதியிலேயே நாம் புரிந்துக்கொள்ள தொடங்கினோம்.

1928ல் இந்திய பட்டதாரி மாணவரான சுப்ரமணியம் சந்திரசேகரன் என்பவர் பிரித்தானிய வானியலாளர் சர் ஆர்தர்

எடிங்க்டன் (Arthur eddington) உடன் இங்கிலாந்திலுள்ள கேம்பிரிட்ஜில் படிக்க கடற்பயணம் மேற்கொண்டார். எடிங்டன் பொதுசார்பியல் கோட்பாட்டில் நிபுணத்துவம் வாய்ந்தவர். 1920களின் தொடக்கத்தில் ஒரு பத்திரிக்கையாளர் எடிங்டனிடம் பொது சார்பியல் கோட்பாடு உலகில் மூன்றுபேர் மட்டுமே புரிந்து கொண்ட கோட்பாடு என்ற சொன்னதாகவும், அதற்கு எடிங்டன் “அந்த மூன்றாவது நபர் யாரென்று யோசித்து கொண்டிருகிறேன்” என சொன்னதாகவும் ஒரு கதை உண்டு.

சந்திரசேகர் அவருடைய கடற்பயணத்தின் போது விண்மீன் எப்படி எரிபொருள் தீர்ந்த பிறகும் தனது சொந்த ஈர்ப்பினாலேயே பிரிந்து செல்கிறது என ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தார். அவருடைய யோசனையானது, விண்மீன்கள் சிறியதாகும் போது பொருட்களின் துகள்கள் நெருங்கி வருகிறது. ஆனால் பாலி தவிர்ப்புக் கொள்கையின் படி இரண்டு துகள்கள் ஒரே நிலையையும், திசைவேகத்தையும் பெற்றிருக்க முடியாது. எனவே பொருள் துகள்கள் வேறுபட்ட திசைவேகத்தை கொண்டிருக்க வேண்டும்.

எனவே இதுவே அவற்றை ஒன்றையொன்று விலக்கி விண்மீன் விரிவடையவும் காரணமாக இருந்திருக்க வேண்டும். ஒரு விண்மீன் அதன் ஈர்ப்பு விசையின் கவர்ச்சியையும், தவிர்ப்புக் கொள்கையின் விலக்கு விசையையும் சமன் செய்வதன் மூலம் அதன் ஆரத்தை

மாறாமல் வைத்துக் கொள்ள முடியும். முன்பு போலவே இதன் வாழ்வு ஈர்ப்பு விசையை வெப்பத்தால் சமன்செய்வதன் மூலம் நீடிக்கிறது.

விலக்கு விசைகளுக்கு ஒரு அளவு இருப்பினும் அதை தவிர்ப்புக் கொள்கையே கொடுத்து விடுகிறது என சந்திரசேகர் உணர்ந்து கொண்டார். பொது சார்பியல் கோட்பாடு பொருள் துகள்களின் திசைவேகத்தை ஒளியின் வேகத்திற்கு உள்ளாகவே இருக்க வேண்டுமென வரையறை விதிக்கிறது. எனவே விண்மீன்கள் தேவையான அடர்த்தியை பெறும்போது தவிர்ப்பு கொள்கையால் ஏற்படும் விலக்கு விசையை விட ஈர்ப்பு விசையே அதிகமாக இருக்கும். நம் சூரியனை விட ஒன்றரை மடங்கு நிறைகொண்ட குளிர் விண்மீன்களால் அதன் சொந்த ஈர்ப்புக்கு எதிராக தன்னை தற்காத்துக் கொள்ள இயலவில்லை என சந்திரசேகர் கணக்கிட்டார். இதையே நாம் “சந்திரசேகர் வரையறை” (chandrasekar limit) என்கிறோம்.

இது பாரிய விண்மீன்களின் இறுதிவிதியின் மீது தீவிரமான தாக்கத்தை கொடுத்தது. ஒரு விண்மீனின் நிறை சந்திரசேகர் வரையறையை விட குறைவாக இருந்தால், அது இறுதியில் சுருங்குவதை நிறுத்திக் கொண்டு வெண் குறுமீனாக (white dwarf) அதன் இறுதி நிலையை எட்டிவிடும். அதன் ஆரம் சில ஆயிரம் மைல்களாகவும், அடர்த்தி ஒரு கன இன்ச்க்கு நூற்றுக்கணக்காக

டன்களாகவும் இருக்கும். வென்குறுமீன்களிலுள்ள பொருட்களின் மின்மத்தை தவிர்ப்புக் கொள்கையின் விலக்குவிசை ஆதரிக்கிறது. தற்போது பல வெண்குறுமீன்களை நாம் கண்டறிந்துள்ளோம். இரவு வானில் தெரியும் மிகப்பொலிவு மிக்க விண்மீனான சிரியசை சுழன்றுக் கொண்டிருக்கும் ஒரு வெண்குறுமீனே முதன் முதலில் கண்டறியப்பட்டது.

நமது சூரியனின் நிறையைவிட ஒன்று அல்லது ஒரண்டு மடங்கு நிறை கொண்ட மட்டுப்படுத்தப்பட்ட விண்மீன்களுக்கு வேறொரு சாத்தியமான இறுதிநிலை இருக்க வேண்டுமென உணர்ந்து கொண்டோம். ஆனால் அவை வெண்குறுமீனை விடவும் சிறியதாக இருக்கும். இந்து விண்மீன்களை நொதுமத்திற்கும் (Neutron) நேர்மத்திற்கும் (proton) இடையேயுள்ள தவிர்ப்புக் கொள்கையின் விலக்கு விசை ஆதரிக்கிறது. இதை நொதும விண்மீன்கள் என்றழைக்கிறோம். இதன் ஆரம் 10 மைல்கள் அளவிலும், அடர்த்தி ஒரு கன இன்ச்க்கு நூற்றுக்கணக்கான மில்லியன் டன்களாகவும் இருக்கும். அதே நேரத்தில் நொதும விண்மீன்களை நோக்கறிய முடியாது என கணிக்கப்பட்டது. மேலும் அதற்கு பல ஆண்டுகளுக்கு அது கண்டறியப்படவும் இல்லை.
சந்திரசேகரின் வரையறையை விட அதிக நிறை கொண்ட விண்மீன்களுக்கு அவை தன் எரிபொருளை இழக்கும் போது வேறொரு பிரச்சனையும் இருந்தது. சில சமயங்களில் அவை

வெடித்து விடலாம் அல்லது வரையறைக்கு கீழே வருவதற்காக தேவையான பொருட்களை தன்னிடமிருந்து தூக்கியெறியவும் செய்யலாம். ஆனால் இது எப்போது நடக்குமென சொல்வதற்கில்லை. எவ்வளவு பெரிய விண்மீனாக இருந்தாலும் அதற்கு எப்படி தான் இப்போது எடையைக் குறைக்க வேண்டுமென தெரியும்? மேலும் அனைத்து விண்மீன்களும் நிறையை குறைக்க வேண்டுமெனில் வெண்குறுமீனுக்கும், நொதும விண்மீனுக்க அவற்றின் வரையறையை விட அதிகமான நிறை சேரும்போது என்ன நடக்கும்? அது வரையறையற்ற அடர்த்தியில் தகர்வுற்று விடுமா?

எடிங்டன் இந்த முடிவின் தாக்கத்தை கண்டு அதிர்ச்சியுற்று சந்திரசேகரின் முடிவை மறுதலித்தார். ஒரு விண்மீன் ஒரு புள்ளியில் தகர்வுற சாத்தியே இல்லை என அவர் நினைத்தார். அக்காலத்தைய அறிவியலாளர்களும் அவ்வாறே எண்ணினர். ஐன்ஸ்டீன் தான் எழுதிய ஆய்வறிக்கையில் விண்மீன்கள் சுழிய அளவுக்கு சுருங்காது என கூறினார். மற்ற அறிவியலாளர்களுக்கும், தன்னுடைய ஆசிரியரும், விண்மீன் கட்டமைப்பின் முதன்மை அதிகாரியுமான எடிங்டனுக்கு விரோதமான இந்த ஆய்வை சந்திரசேகர் கைவிட்டு விட்டு வேறு வானியல் ஆய்வுகளுக்கு செல்லுமாறு வற்புறுத்தினார். எனினும் 1983ல் குளிர் விண்மீன்களின் வரம்பிடப்பட்ட நிறை ஆய்வுக்காக அவருக்கு நோபள் பரிசு கிடைத்தது.

தவிர்ப்புக் கொள்கையால் பல விண்மீன்கள் சந்திரசேகர் வரையறையை தாண்டும் போது அவை தகர்வுறுவதை தடுக்க முடியாதென சந்திரசேகர் சுட்டிகாட்டினார். ஆனால் பொது சார்பியல் கோட்பாட்டின் படி அத்தகைய விண்மீன்களுக்கு என்ன நடக்குமென்பதை 1939ஆம் ஆண்டு இளம் அமெரிக்ரான இராபர்ட் ஒபன்ஹெய்மர் (Robert openheimer) விளக்கும் வரை புரிந்துக்கொள்ள இயலவில்லை. அக்காலத்தைய தொலை நோக்கிகளால் எந்த நோக்காய்வு விளைவுகளும் நிகழவில்லை என்ற முடிவை அவர் பரிந்துரைத்தார். அப்போது இரண்டாம் உலகப்போர் குறுக்கிட்டதால் அணுகுண்டு தயாரிப்பதில் தன்னை ஈடுபடுத்திக் கொண்டார். போருக்குப்பின் ஈர்ப்பு தகர்வுறுதல் பிரச்சனைகளை பல அறிவியலாளர்கள் மறந்தே போயினர். அதற்கு பதில் அணுவையும் அதன் உட்கருவையும் ஆராய்வதில் ஆர்வம் காட்டினர். வானியல் மற்றும் அண்டவியல் ஆகியவற்றின் சிக்கல்கள் மீதான ஆர்வம் நவீன தொழில் நுட்பங்களின் வரவால் வந்த வானியல் கணிப்புகள் மற்றும் வரையறையின் அதிகரிப்பு மூலம் புத்துயிர் பெற்றது. ஒபன்ஹெய்மரின் பணியானது பலரது மறு கண்டுபிடிப்புகளுக்கும், வளர்த்தெடுத்தலுக்கும் ஆட்பட்டது.

ஒபன்ஹெய்மரின் பணியில் நாம் அடைந்த மைப்பு பின்வறுவாறு: விண்மீன்களின் ஈர்ப்புப் புலம் வெளி-காலத்தில் விண்மீன்கள் இல்லாதிருந்தால் ஒளிக்கதிர்களின் பாதையை

மாற்றுகிறது. அவற்றின் நுனிகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக்கீற்றானது. வெளி மற்றும் காலத்தில் பின்பற்றப்படும் பாதைகளை குறிக்கும் ஒளிக்கூம்புகள் விண்மீனின் மேற்பரப்புக்கு அருகில் சற்று உள்நோக்கி வளைந்திருக்கும். தூரத்து விண்மீன்களிலிருந்து வரும் இந்த வளைந்த ஒளியை சூரிய கிரகணத்தின் மீது நம்மால் நோக்கறிய முடியும். விண்மீன் சுருங்கும் போது அதன் மேற்பரப்பிலுள்ள ஈர்ப்புப்புலம் வலிமையாகி ஒளிக்கூம்புகளை உள்நோக்கி அதிகமாக வளைக்கும். இதுவே ஒளி விண்மீன்களிலிருந்து தப்பிப்பதை கடினமாக்குகிறது. மேலும் ஒளியானது மங்கலாகவும் சிவப்பாகவும் தூரத்து நோக்காய்வாளருக்கு தெரிகிறது.

இறுதியில் ஒரு விண்மீன் சுருங்கி முட்டு ஆரத்தை அடையும் போது மேற்பரப்பிலுள்ள ஈர்ப்பு புலம் மிகவும் வலிமையாகி ஒளிக்கூம்பை உள்நோக்கி வளைப்பதால் ஒளியால் அதிலிருந்து விடுபட முடியாமல் போகிறது. பொது சார்பியலின் படி எந்த பொருளும் ஒளியின் வேகத்தை விட அதிகமாகப் பயணிக்க இயலாது. இதனால் ஒளியாலேயே விடுபட முடியாத போது வேறு எதனாலும் விடபட இயலாது. அனைத்துமே ஈர்ப்பு புலத்தால் பின்னோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. ஒருவரிடம் நிகழ்வுகளின் தொகுப்போ, வெளி-காலத்தின் பகுதியோ இருந்தாலும் கூட தூரத்து நோக்காய்வாளரை அடைய ஒளி இதிலிருந்து வெளியேற

சாத்தியமே இல்லை. இந்த பகுதியையே நாம் கருந்துளை என்கிறோம். இதன் எல்லையே நிகழ்வு பரப்பெல்லை (Event horizon) எனப்படுகிறது. இது கருந்துளையிலிருந்து வெளியேற முயன்று தோற்ற ஒளியலைகளின் பாதையோடு ஒத்துப்போகிறது.

ஒரு விண்மீன் தகர்வுற்று கருந்துளை உருவாகும் போது நாம் எதை காண்போம் என்பதை புரிந்துக்கொள்ள, பொது சார்பியலின் படி “காலம் அறுதியானது அல்ல” என்பதை நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு நோக்காய்வாளரும் தனக்கே உரிய தனித்த கால அளவீடுகளை கொண்டிருப்பார். ஒரு விண்மீனுக்கு மேலே நிற்பவருக்கும், தூரத்தில் இருப்பவருக்கும் ஈர்ப்பு புலத்தின் காரணமாக காலம் மாறுபடும். இந்த விளைவை பூமியின் மீதுள்ள தண்ணீர் கோபுரத்தின் மேலும் கீழும் ஒரு கடிகாரத்தை வைத்து பரிசோதித்து விடலாம். ஒரு துணிச்சலான விண்வெளி வீரர் ஒருவர் ஒரு தகர்வுறும் விண்மீன் மீது நின்றுக்கொண்டு ஒவ்வொரு வினாடியும் அந்த விண்மீனை சுழலும் தன்னுடைய விண்கலனுக்கு சமிக்ஞை அனுப்புகிறார் என்று வைத்துக் கொள்வோம். அவருடைய கைக்கடிகாரத்தில் பதினொரு மணி என்று காட்டும்போது ஈர்ப்புப்புலம் மிகவும் வலுவாகி முட்டு ஆரத்திற்கு கீழே விண்மீன் சுருங்கி விடும். எனவே அவருடைய சமிக்ஞை விண்கலனை அடையாது.

விண்கலத்திலிருந்து பார்க்கும் அவருடைய சகாக்கள் விண்வெளி வீரரின் தொடர்ச்சியான சமிக்ஞைகளுக்கு இடையேயான இடைவெளி பதினொரு மணியை நெருங்க நெருங்க நீண்டுகொண்டே செல்வதை காண்பார்கள். இருப்பினும், 10:59:59 வரை இந்த விளைவுக் குறைவாகவே இருக்கும். 10:59:58 க்கும் 10:59:59 க்கும் இடையேயான இடைவெளிக்கு அவர்கள் ஒரு வினாடிக்கு சற்று அதிகமாகவே காத்திருக்க வேண்டும். ஆனால் 11 மணிக்கான சமிக்ஞைக்கு அவர்கள் காலாகாலத்திற்கும் காத்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டியது தான். விண்கலத்திலிருந்து பார்க்கும் போது விண்மீன் மேற்பரப்பிலிருந்து 10:59:59 க்கும் 11 மணிக்கும் இடையே இருந்து உமிழப்பட்ட ஒளியானது வரையறுக்க இயலா காலத்துக்கு பரவி செல்வதாக தெரியும்.

அடுத்தடுத்த அலைகளுக்கான கால இடைவெளி விண்கலனிலிருந்து பார்க்கும் போது அதிகரித்துக் கொண்டேயிருக்கும். மேலும் விண்மீனிலிருந்து வரும் ஒளி மென்மேலும் சிவப்பாகவும் மென்மேலும் மங்கலாகவும் காட்சியளிக்கும். இறுதியில் ஒளி மங்கி விண்கலனிலிருந்து பார்க்கவே முடியாதபடி ஆகிவிடும். இறுதியில் கருந்துளை மட்டுமே எஞ்சியிருக்கும். இருப்பினும் விண்கலன் மீது அந்த விண்மீன் அதே ஈர்ப்பு புலத்தையே செலுத்தும். குறைந்தது கொள்கையளவிலாவது இந்த விண்மீன் விண்கலத்திற்கு புலப்படும். விண்மீனின் ஈர்ப்பு

புலத்தால் மேற்பரப்பிலிருந்து வரும் ஒளி செம்பிறழ்வு அடைந்தால் அதை நம்மால் பார்க்க இயலாது. எனினும் செம்பிறழ்வானது தானாக விண்மீனின் ஈர்ப்பு பலத்தை பாதிப்பதில்லை. இதனால் அந்த விண்கலன் இந்த கருந்துளையை சுற்றிவரத் தொடங்கும்.

நானும் ரோஜர் பென்ரோசும் 1965 முதல் 1970 வரை நடத்திய ஆய்வில் பொது சார்பியல் கோட்பாட்டின் படி கருந்துளைக்குள் எல்லையற்ற அடர்த்தியுடன் கூடிய ஓர் ஓர்மைப்புள்ளி இருக்கவேண்டுமெனக் காட்டினோம். இது பெருவெடிப்பின் போதுள்ள காலத்தின் தொடக்கத்தைப் போல இல்லாமல் தகர்வுறும் பொருட்களுக்கும், அந்த விண்வெளி வீரருக்குமான காலத்தின் முடிவாக இருக்கும். ஓர்மைப்புள்ளியின் போது அனைத்து அறிவியல் விதிகளும் நம்முடைய எதிர்காலத்தைப் பற்றிய கணிப்புகளும் செயல்படாமல் போகிறது. எனினும் கருந்துளைக்கு வெளியே இருக்கும் எந்த நோக்காய்வாளரும், இந்த எதிர்கால கணிப்பின் தோல்வியால் பாதிக்கப்பட போவதில்லை. ஏனெனில் ஓர்மைப்புள்ளியிலிருந்து எந்த ஒளியோ சமிக்ஞையோ அவர்களை அடையப்போவதில்லை.

இந்த குறிப்பிடத்தகுந்த உண்மையானது ரோஜர் பென்ரோசை “அண்டவியல் தணிக்கை கருதுகோளுக்கு” (Cosmic censorship hypothesis) இட்டுச்சென்றது. இதுவே கடவுள் "ஒளிவற்ற

ஓர்மைப்புள்ளியை (Naked singularity) வெறுக்கிறார் என்ற பொழிப்புரைக்கு காரணமாக அமைந்தது. வேறொரு வகையில் சொல்லப்போனால் ஈர்ப்பு தகர்வுறுவதால் உருவாகும் ஓர்மைப்புள்ளியானது கருந்துளைகள் போன்ற பொருட்களில் மட்டுமே இருக்கும். அங்கு மட்டுமே அவற்றால் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பார்வையில் இருந்து மறைந்துக் கொள்ள முடியும். இதுவே வலுவற்ற அண்டவியல் தணிக்கை கருதுகோள் எனப்படுகிறது. இதுவே கருந்துளைக்கு வெளியே இருக்கும் நோக்காய்வாளரை ஓர்மைப்புள்ளியால் ஏற்படும் விளைவு கணிப்புகள் தோற்றுப்போவதிலிருந்து தடுக்கிறது. ஆனால் இதனால் கெடுவாய்ப்பாக அந்த துளைக்குள் விழுந்த விண்வெளிக்காக கடவுள் எதையும் செய்யப்போவதில்லை.

நமது விண்வெளி வீரர் ஒளிவற்ற ஓர்மைப்புள்ளியை காண பொது சார்பியல் சமன்பாட்டின்படி சில வழிகள் உள்ளன. அவை ஓர்மைப்புள்ளியை எட்டும் முன்பே ஏதேனும் புழுத்துளையில் (Worm hole) விழுந்து அண்டத்தின் வேறு பகுதிக்கு சென்றுவிடலாம். இது வெளி மற்றும் காலத்தில் பயணிப்பதற்கான அதிகப்படியான சாத்தியக்கூறுகளை தருகிறது. ஆனாலும் கெடுவாய்ப்பாக இந்த வாய்ப்பு நிலைத்தன்மை அற்றதாக உள்ளது. விண்வெளி வீரர் போன்ற சிறிய இடையூறுகள் அவற்றை மாற்றக்கூடும். இதனால் விண்வெளி வீரர் கருந்துளையை எட்டி அவரின் காலம் முடியும்

வரை அவரால் ஒர்மைப்புள்ளியை பார்க்க இயலாது. வேறு வழியில் சொல்லப்போனால், கருந்துளைகள் அவருடைய எதிர்காலத்திலேயே இருக்கும், கடந்தகாலத்தில் அல்ல.

அண்டவியல் தணிக்கை கருதுகோளின் வலிமையான வடிவமே எதார்த்தமான தீர்வாகும். ஓர்மைப்புள்ளிகளானது தகர்வுறும் ஈர்ப்புகளைப்போல எப்போதும் எதிர்காலத்திலோ அல்லது பெருவெடிப்பைப்போல எப்போதும் கடந்த காலத்திலேயோ இருக்கும். சில வகையான அண்டவியல் தணிக்கை கருதுகோள் இன்னும் இருப்பதாக நம்பலாம். ஏனெனில் ஓர்மைப்புள்ளிக்கு நெருங்கி சென்றால் கடந்த காலத்தை நோக்கி பயணிக்க சாத்தியப்படலாம். இது அறிவியல் புதின எழுத்தாளர்களுக்கு வேண்டுமானால் நல்ல செய்தியாக இருக்கலாம். ஆனால் இது அவருடைய வாழ்க்கையையே பாதுகாப்பற்றதாக்கி விடும். யாரேனும் கடந்த காலத்திற்கு சென்று உங்கள் அம்மாவையோ அப்பாவையோ நீங்கள் கருவுறும் முன்னே கொன்றுவிடக்கூடும்.

கருந்துளையை உருவாக்கும் ஈர்ப்பு தகர்வுறுதலில் அனைத்து இயக்கங்களும் ஈர்ப்பு அலைகளால் தடுத்து நிறுத்தப்படுகிரது. கருந்துளைகள் ஒரு நிலையான நிலைக்கு நீண்ட காலம் எடுக்காது என நினைக்கக்கூடும். இந்த இறுதி நிலைத்தன்மை நிலை என்பது கருந்துளையை உருவாக்க தகர்வுறும் பொருட்களின் உள்ளடக்கத்தை

பொறுத்தது. கருந்துளைகள் எந்த வடிவத்தையும் அளவையும் கொண்டிருக்கலாம். இதன் வடிவம் நிலையானதல்ல. ஆனால் அது அசைவுறுவதாக இருக்கும்.

1967ல் டப்ளினை சேர்ந்த வெர்னர் இஸ்ரேல் (Werner israel) என்பவர் எழுதிய ஆய்வறிக்கையிலிருந்து கருந்துளைகள் பற்றிய படிப்பு பரிணாமமடைந்தது. எல்லா கருந்துளைகளும் சரியான வட்டமாகவோ கோளமாகவோ இருந்தும் கூட அவை சுழல்வதில்லை என இஸ்ரேல் காட்டினார். மேலும் இதன் வடிவம் அதன் நிறையைப் பொறுத்தது. ஐன்ஸ்டீனின் சமன்பாட்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட தீர்வு மூலம் இது விவரிக்கப்படலாம். இது காரல் ஸ்வார்ஸ்சைல்ட் (Karl schwarschild) என்பவரால் பொது சார்பியல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சில ஆண்டுகளில் நிறுவப்பட்டது. முதலில் இஸ்ரேலுடைய முடிவுகளை அவரும் மேலும் பலரும் விளக்கிக் கொண்டிருந்தனர். கருந்துளைகளை உருவாக்கும் தகர்வுறும் பொருட்கள் சரியான வட்டம் அல்லது கோளமாக இருக்குமென ஆதாரம் காட்டினார். பொதுவாக எந்த உண்மைப்பொருளும் சீரான கோளமாக இருப்பதில்லை. ஈர்ப்பு தகர்வுறுதலானது ஒளிவற்ற ஒற்மைப்புள்ளிக்கு இட்டுச்செல்கிறது. இஸ்ரேலின் முடிவுகளில் வேறுபட்ட விளக்கங்கள் இருப்பினும் ரோஜர் பென்ரோஸ் மற்றும் ஜான் வீலரால் இது குறிப்பாக விவாதிக்கப்பட்டது. இது கருந்துளைகள் நீர்ம பந்து போல செயல்படுவதாக கூறியது.

பொருளானது கோள வடிவில் இல்லாவிட்டாலும் அது தகர்வுற்று கருந்துளையை உருவாக்கும் போது ஈர்ப்பு அலைகளால் கோள வடிவத்தைப் பெறுகிறது. மேலும் கணக்கீடுகள் இந்த பார்வைக்கு வலு சேர்த்ததால் இது பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டுவிட்டது.

இஸ்ரேலின் முடிவுகள் சுழலாத பொருள்களிலிருந்து உருவாகும் கருந்துளைகளைப் பற்றி மட்டுமே விவாதித்தது. நீர்ம பந்துடைய ஒப்புமையின் மீது, ஒருவர் கருந்துளைகளை உருவாக்கும் சுழலும் பொருட்கள் சீரான வட்டமாக இருக்க வாய்ப்பில்லை என நம்பக்கூடும். சுழற்சியின் விளைவால் மையத்தில் ஒரு வீக்கம் ஏற்படக்கூடும். ஒவ்வொரு 25 நாட்களுக்கும் இதை போன்ற சிறிய வீக்கத்தை நமது சூரியனில் நம்மால் நோக்கறிய முடியும். ஸ்வார்ஸ்சைல்டின் தீர்வுகளை விட மிகவும் பொருத்தமான கருந்துளைகள் குறித்த சமன்பாடுகளை 1963ல் நியூசிலாந்தை சேர்ந்த ராய் கெர் (Roy kerr) என்பவர் தந்தார். இந்த கெர் கருந்துளைகள் சீரான வேகத்தில் சுழல்வதுடன், அதன் அளவும் வடிவமும் நிறையையும் சுழற்சி வீதத்தையும் பொறுத்ததாக இருந்தது. சுழற்சி சுழியமாக இருக்கும் போது கருந்துளைகள் சீரான வட்டமாகவும் ஸ்வார்ஸ்சைல்டின் தீர்வுகளுக்கு சமமாகவும் இருக்கும். சுழற்சி சுழியமாக இல்லாவிட்டால் கருந்துளைகள் அதன் வெளிப்புறத்தில் மையக்கோட்டிற்கு அருகில் வீக்கம் அடையும். சுழலும் பொருட்கள்

தகர்வுற்று கருந்துளைகளை உருவாக்கும் போது ஒரு நிலையில் முடிவடைவது இயற்கையே என கெர் தீர்வு கூறுகிறது.

1970ல் என்னுடன் பணி புரிந்தவரும் என்னுடைய ஆராய்ச்சி மாணவருமான ப்ராண்டன் கார்டர் (Brandon carter) என்பர் தான் இந்த யூகத்தை முன்னோக்கி செலுத்துவதற்கான முதற்படியை எடுத்து வைத்தவர். ஒரு சமச்சீர் அச்சைக் கொண்டுள்ள நிலையான சுழலும் கருந்துளையின் அளவும் வடிவமும் அதன் நிறையையும் சுழற்சி வேகத்தையும் பொறுத்தது எனக் காட்டினார். பிறகு 1971ல் எந்த நிலையான சுழலும் கருந்துளைகளும் சமச்சீர் அச்ச்சையே கொண்டிருக்கும் என நான் நிருவினேன். இறுதியாக 1973ல் இலண்டன் கிங்க்ஸ் கல்லூரியை சேர்ந்த டேவிட் ராபின்சன் (David robinson) என்பவர் கார்டர் மற்றும் என்னுடைய முடிவுகளைப் பயன்படுத்தி இந்த யூகம் சரியானது என நிருவினார். அத்தகைய கருந்துளைகளே உண்மையான கெர் தீர்வாக இருக்க வேண்டும்.

எனவே ஈர்ப்பு தகர்வுறுதலுக்குப் பிறகு கருந்துளைகள் துடிப்பில்லாமல் சுழலக்கூடிய ஒரு நிலையை வந்தடையும். மேலும் அதன் அளவும் வடிவமும் அதன் நிறையையும் சுழற்சி வீதத்தையும் பொறுத்தே அமையுமே தவிர தகர்வுறுதல் மூலம் உருவாகும் இயற்கையான பொருளுருக்களை பொறுத்திருக்காது. “கருந்துளைகளுக்கு முடி இல்லை” (A black hole has no hair) என்ற

பழமொழி இந்த முடிவையேக் காட்டுகிறது. ஒரு கருந்துளை உருவாகும் போது பொருளுருவைப் பற்றிய பெரிய அளவிலான தகவல்கலை இழக்க நேரிடலாம். ஏனெனில் அதற்கு பிறகு நம்மால் அதன் நிறையையும் சுழற்சி வீதத்தை மட்டுமே அளவிட முடியும். இதன் முக்கியத்துவத்தைப்பத்தி அடுத்த டொற்பொழிவில் காணலாம். “முடியில்லா தேற்றம்” (No-hair theorem) பெரும் நடைமுறை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. கருந்துளைகளின் முக்கியத்துவத்தை இது பெருமளவு வரையறுத்து விடுகிறது. எனவே கருந்துளைகள் தம்மகத்தே கொண்டிருக்கக்கூடிய பொருட்களின் விளக்கமான மாதிரிகளை உருவாக்கி அவற்றின் யூகங்களை நோக்கறிந்தவற்றோடு ஒப்பிட்டு பார்க்கலாம்.

ஒரு கோட்பாடு சரிதான் என்பதற்கு நோக்காய்வு சான்றுகள் கிடைக்கும் முன்பே ஒரு கணிதவியல் மாதிரியாக அந்தக்கோட்பாடு மிக விளக்கமாக வளர்த்தெடுக்கபடுவது அறிவியல் வரலாற்றில் அரிதானது. கருந்துளைகளும் இத்தகைய அரிதானவற்றில் ஒன்று தான். சொல்லப்போனால் இந்த வாதத்தையே கருந்துளைக்கு கருத்துக்கு எதிரானவர்கள் வைப்பது வழமை. ஐயத்திற்கிடமான பொது சார்பியல் கோட்பாடு அடிப்படையிலான கணக்கீடுகளை மட்டுமே சான்றாகக் கொண்டு இப்பொருட்கள் இருப்பதை எப்படி நம்பக்கூடும்? என கேட்வர்களும் உண்டு.

எனினும் 1963ல் கலிபோர்னியாவில் பாலோமர் வானாய்வுக் கூடத்தில் விண்ணியலாளரான மார்ட்டின் ஷ்மித் (Marteen schmidt) என்பவர் மூன்றாம் கேம்பிரிட்ஜ் பட்டியலை சேர்ந்த வானொளி மூலங்களின் மூலம் எண் 273 (3C273) திசையில் ஒரு மங்கலான விண்மீன் போன்ற பொருளின் செம்பெயர்ச்சியைக் அளவிட்டார். ஆனால் இது ஈர்ப்புப்புலத்தால் ஏற்பட முடியாத அளவுக்கு பெரிதாக இருந்தது. அது ஈர்ப்பு செம்பெயர்ச்சியாக இருந்திருக்குமானால் அப்பொருள் சூரியக் குடும்பத்துக் கோள்களின் சுற்றுப்பாதைகளில் தொந்தரவு செய்யக்கூடும் அளவுக்கு அதிக நிறைக்கொண்டதாகவும் நமக்கு அருகில் அமைந்ததாகவும் இருக்க வேண்டி வரும் எனக் கண்றிந்தார். இதற்கு பதிலாக அண்டத்தின் செம்பெயர்ச்சிக்கு அண்டத்தின் விரிவாக்கமே காரணம் என இது எண்ண செய்தது. இந்த எண்ணமோ அது நீண்ட தொலைவில் இருப்பதை குறித்தது. இவ்வளவு மிகத்தொலைவில் இருந்தும் கண்ணுக்குப் புலப்படக்கூடியதாக இருக்க வேண்டுமெனில் அது பெரிய ஆற்றலை உமிழ்ந்துக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

இவ்வளவு பெரிய அளவில் இருந்து இத்தகைய ஆற்றலை உமிழக்கூடிய ஒரே பொறிமுறை என்று ஈர்ப்பு தகர்வுறுதலை மட்டும் தான் எண்ணி பார்க்க வேண்டியுள்ளது தோன்றுகிறது. இந்தத் தகர்வென்பது ஒரு விண்மீனாக மட்டுமல்லாமல் மொத்த திரளின் மையப்பகுதியாகவும் இருக்கும். இதே போன்ற வேறு பல

செம்பிறழ்வுடைய அரைகுறை விண்மீன் பொருட்கள் அல்லது குவாசர்கள் கண்டறியப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அவை அனைத்தும் மிகத்தொலைவில் இருப்பதால அவற்றை நோக்கறிவதும் இவ்விதம் கருந்துளைகளுக்கான இறுதி சான்று வழங்குவதும் கடினமாகிறது.

1967ல் கேம்பிரிட்ஜ் ஆராய்ச்சி மாணவியான ஜோசிலின் பெல் (Jocelyn bell) என்பவர் வனொலி அலைகளின் ஒழுங்கு மாறாத் துடிப்புகளை உமிழும் பொருட்கள் வானத்தில் இருப்பதை கண்டறிந்த போது கருந்துகளின் இருப்புக்கான கருத்து வலுப்பெற்றது. பெல்லும் அவருடைய மேற்பார்வையாளர் அந்தோணி ஹியூவிஷ்ஷும் (Anthony hewish) திரளிலுள்ள ஒரு வேற்றுகிரக நாகரிகத்தோடு தொடர்பு ஏற்பட்டிருக்க வேண்டுமென முதலில் நினைத்தார்கள். சொல்லப்போனால் அவர்கள் தங்கள் கண்டுபிடிப்பை அறிவித்த கருத்தரங்கில் முதலில் கண்ட நான்கு மூலங்களையும் LGM 1-4 என்றே அழைத்ததாக எனக்கு நினைவு. LGM என்றால் சிறிய பச்சை மனிதர்கள் (Little green men).

இறுதியில், அனைவரும் இவை வெறும் பல்சார்கள் (pulsars) என அழைக்கப்படும் சுழலக்கூடிய நொதும விண்மீன்களே என்ற முடிவுக்கு வந்தனர். இவை துடிக்கக்கூடிய கதிரலைகளை உமிழ்ந்துக்கொண்டிருந்தன. ஏனெனில் காந்தப்புலங்களும்

சுற்றியுள்ள பொருட்களும் மிகச்சிக்கலான செயலெதிர் செயலுக்கு இடையில் இருந்தது. இது மேற்கத்திய வானியல் எழுத்தாளர்களுக்கு கெட்ட செய்தியாகவும், கருந்துளைகள் கருத்தை நம்பிய எங்களைப் போன்ற சிலருக்கு நற்செய்தியாகவும் அமைந்தது. இதுவே நொதும விண்மீன்கள் இருப்பதற்கான முதல் ஆதாரம் ஆகும். ஒரு நொதும விண்மீன் 10 மைல்கள் ஆரத்தை கொண்டிருந்தது. இது ஒரு விண்மீன் கருந்துளைகளாகும் முட்டு ஆரத்தை விட சில மடங்குகளே பெரியது. ஒரு விண்மீன் தகர்வுற்று இத்தகைய சிறிய அளவை அடைவது சாத்தியமெனில், மற்ற விண்மீன்கள் தகர்வுற்று இன்னும் சிறியதாகி கருந்துளைகளாகவும் வாய்ப்பு உண்டு என எதிர்பார்ப்பது சரி தான்.

கருந்துளைகள் ஒளியை உமிழாது எனும் போது அதை எப்படி கண்டுபிடிக்க முடியும் என நாம் நம்புவது? இது இருட்டறையில் கருப்புப்பூனையை தேடுவதற்கு ஒப்பானதாக தோன்றலாம். ஆனால் நற்வாய்ப்பாக ஒரு வழி உள்ளது. 1783ல் மிட்செல் தன் ஆய்வறிக்கையில் சுட்டிக்காட்டியது போல கருந்துளைகள் அருகிலுள்ள பொருட்களிம் மீது ஈர்ப்பு விசையை செலுத்துகிறது. இரண்டு விண்மீன்கள் ஈர்ப்பினால் ஒன்றோடொன்று ஈர்க்கப்பட்டு ஒன்றையொன்று சுற்றி வரும் பல அமைப்புகளை வானியலாளர்கள் நோக்கறிந்துள்ளனர். கண்ணுக்கு தெரியும் ஒரு விண்மீன் கண்ணுக்கு தெரியாத ஏதோ ஒரு இணையை சுற்றி வருவதையும் நோக்கறிந்து வருகின்றனர்.

ஆனால் இதுவே கருந்துளை என நம்மால் முடிவுக்கு வந்துவிட முடியாது தான். ஏனெனில் இது தூரத்திலிருக்கும் மங்கலான விண்மீனாக கூட இருக்கலாம். ஆனாலும் இவற்றில் சில அமைப்புகள் சிக்னஸ் எக்ஸ்-1 (Cygnus X-1) போன்றவை வலுவான ஊடு கதிர் மூலங்களாவும் இருக்கின்றன. இந்த நிகழ்வுக்கு சரியான விளக்கம் என்பது கண்ணுக்கு தெரியும் விண்மீன் பரப்பிலிருந்து பருப்பொருள் வெடித்து சிதறியுள்ளன என்பது மட்டுமே. அது கண்னுக்கு தெரியாத இணையை நோக்கி விழும்போது சுருள் வடிவிலான இயக்கத்தை மேற்கொள்கிறது. கிட்டதட்ட குளியல் தொட்டியிலிருந்து நீர் வெளியேறிச் செல்வதைப் போல. மேலும் சூடாகி ஊடு கதிர்களை வெளியிடுகிறது. இந்த பொறிமுறை செயல்படுவதற்கு அந்த பார்க்க முடியாத பொருளானது வெண்குறு மீனைப் போலவோ, நொதும விண்மீனைப் போலவோ அல்லது கருந்துளையைப் போலவோ மிகச் சிறியதாக இருக்க வேண்டும்.

தற்போது பார்க்க முடிந்த விண்மீன்களின் நோக்கறியத்தக்க இயக்கத்திலிருந்து பார்க்க முடியாத பொருளின் நிறைய ஓரளவுக்கு கணக்கிட முடியும். சிக்னஸ் எக்ஸ் 1 ஐ பொறுத்தவரை அது நம் சூரியனை விட ஆறு மடங்கு நிறை கொண்டது. சந்திரசேகர் முடிவின் படி அந்த பார்க்க முடியாத பொருள் வெண்குறு மீனாக இருப்பதை விட மிக அதிகம். நொதும விண்மீனாக இருப்பதைவிடவும் இந்த

நிறை மிக அதிகமானது. எனவே இது கருந்துளையாக இருக்கலாமெனத் தோன்றுகிறது.

கருந்துளை இல்லாமலே சிக்னஸ் எக்ஸ்-1க்கு விளக்கமளிக்கும் மாதிரிகளும் உள்ளன. ஆனால் அவை வலிந்து திணித்தவையாகவே உள்ளன. கருந்துளை மட்டுமே ஒரே இயற்கையான நோக்கறிதலின் விளக்கமாக இருக்கிறது. கலிபோர்னியா தொழில் நுட்ப கழகத்தைச் சேர்ந்தப் கிப் தார்னிடம் (Kip thorne) சிக்னஸ் எக்ஸ்-1 உண்மையில் ஒரு கருந்துளையைக் கொண்டிருக்கவில்லை என பந்தயம் கட்டியுள்ளேன். இது ஒரு விதத்தில் எனக்கு காப்புரிமைப் பத்திரமாகும். கருந்துளைகளுக்காக நான் கடுமையாக உழைத்துள்ளேன். ஒருவேளை கருந்துளைகள் இல்லையென்று ஆகிவிட்டால் அனைத்தும் வீணாகிவிடும். ஆனால் அப்போது பந்தயத்தில் வெற்றி பெற்ற ஆறுதலாவது இருக்கும். இதன் மூலம் எனக்கு நான்கு ஆண்டுகளுக்கான “பிரைவேட் ஐ” இதழ் கிடைக்கும்.

ஒருவேளை கருந்துளைகள் இருந்து விட்டால் கிப்-க்கு ஓராண்டுக்கான பெண்ட் ஹவுஸ் இதழ் மட்டுமே கிடைக்கும். ஏனெனில் 1975ல் நாங்கள் பந்தயம் கட்டியபோது 80 விழுக்காடு சிக்னஸ் கருந்துளையாகவே இருக்க வேண்டுமென உறுதியாக நம்பினோம். ஆனால் தற்போது அதை 95 விழுக்காடு உறுதியாக நம்புகிறோம். ஆனால் இன்னும் பந்தயம் கட்டி முடிக்கப்படவில்லை.

நமது திரளிலுள்ள எண்ணற்ற அமைப்புகளி கருந்துளைகள் இருப்பதற்கும், பெரிய கருந்துளைகள் மற்ற திரள்களின் மையத்திலும், குவாசர்களிலும் இருப்பதற்கு நிறைய ஆதாரங்கள் உள்ளன. நமது சூரியனின் நிறையை விடவும் மிகக் குறைந்த நிறைக் கொண்ட கருந்துளைகள் இருக்கவும் சாத்தியக்கூறுகள் உண்டு. இத்தகைய கருந்துளைகளால் ஈர்ப்பு தகர்வுறுதலால் உருவாக முடியாது. ஏனெனில் அவற்றின் நிறையானது சந்திரசேகரின் நிறை வரையறையை விட குறைவாக உள்ளது. இத்தகைய குறைந்த நிறை கொண்ட விண்மீன்களால் அவற்றின் எரிபொருள் தீர்ந்த பிறகும் கூட ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக தங்களை தற்காத்துக் கொள்ள முடியும். எனவே இத்தகைய குறைந்த நிறை கொண்ட விண்மீன்கள் மகத்தான அடர்த்திக்கு அழுத்தப்படும் போது மட்டுமே உருவாகிறது. இதே தத்துவம் தான் ஹைட்ரஜன் குண்டுக்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உலகிலுள்ள அனைத்து கடல்களிலும் உள்ள அனைத்து கன நீரையும் எடுத்து ஹைட்ரஜன் குண்டு ஒன்று செய்தால் மையத்தில் பருப்பொருளை அழுத்தி அது கருந்துளையை உருவாக்கக்கூடும் என ஜான் வீலர் எனும் இயற்பியலாளர் கணக்கிட்டார். ஆனால் கெடுவாய்ப்பாக அந்த கருந்துளையை பார்ப்பதற்கு யாருமே எஞ்சப்போவதில்லை.

இதை விடவும் நடைமுறைக்குகந்த சாத்தியக்கூறு என்னவெனில் மிகவும் முற்பட்ட அண்டத்தில் வெப்ப நிலைகளும் அழுத்தங்களும்

மிக அதிகமாய் இருந்த போது இத்தகைய குறைந்த நிறைகொண்ட கருந்துளைகள் உருவாகியிருக்கக் கூடும். முற்பட்ட அண்டம் எல்லா வகையிலும் ஒரே சீரான தன்மையிலும் செந்நிறைவாகவும் இல்லையென்றால் தான் கருந்துளைகள் உருவாகியிருக்கும். ஏனென்றால் சராசரியைக் காட்டிலும் அதிக அடர்த்தியுள்ள ஒரு சிறிய வட்டாரம் மட்டுமே இவ்விதம் அழுத்தப்பட்டு கருந்துளைகளாக உருவாகியிருக்கக் கூடும். ஆனால் சில ஒழுங்கின்மை இருந்திருக்க வேண்டுமென்பதை நாம் அறிவோம். ஏனெனில் அவ்வாறு இருந்திருக்காவிட்டால் நிகழ் ஊழியில் அண்டத்திலுள்ள பருப்பொருள் விண்மீன்களிலும் திரள்களிலும் குவிக்கப்படுவதற்கு பதிலாக செந்நிறைவாக ஒரே சீரான முறையில் பரவியிருக்கும்.

விண்மீன்கள் மற்றும் திரள்கள் உருவாவதற்கு தேவையான ஒழுங்கின்மை ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான முதன்மை கருந்துளைகள் (Premordial black hole) உருவாவதற்கு காரணமாகி இருக்குமா? என்பது முற்பட்ட அண்டத்தில் நிலவிய நிலைமைகளின் விவரங்களை பொறுத்ததாகும் என்பது தெளிவு. எனவே இப்போது எத்தனை முதன்மை கருந்துளைகள் உள்ளன என்பதை நம்மால் உறுதி செய்ய முடியுமானால், அண்டத்தின் முற்பட்ட நிலைகளை பற்றி நம்மால் இன்னும் தெளிவாக கற்றுக் கொள்ள முடியும். ஆயிரம் மில்லியன் டன்களுக்கும் அதிகமான நிறைகொண்ட ஒரு மலையின் நிறைக்கு ஒப்பாகவுள்ள ஒரு ஆதிக் கருந்துளைகளைக் கண்ணுக்குத்

தெரியும் ஏனைய பொருட்கள் மீது அல்லது அண்ட விரிவாக்கத்தின் மீது அவை கொண்டிருக்கும் ஈர்ப்பு விசையைக் கொண்டு மட்டுமே கண்டுபிடிக்க முடியும். சொல்லப்போனால் கருந்துளைகள் உண்மையில் கருப்பானவையே அல்ல என்பதை அடுத்த சொற்பொழிவில் பார்ப்போம். அவை சூடான பொருட்களை போல ஒளிர்கின்றன. எந்த அளவுக்கு சிறியதோ அந்த அளவுக்கு ஒளிர்கிறது, எனவே பெரிய கருந்துளைகளை கண்டுபிடிப்பதை விட சிறிய கருந்துளையைக் கண்டுபிடிப்பதே எளிது என்பது ஒரு முரண்மெய்மை தான்.

நான்காம் சொற்பொழிவு

கருந்துளைகள் அவ்வளவு கருப்பல்ல

1970க்கு முன்பு பொது சார்பியல் குறித்த என் ஆராய்ச்சியில் பெருவெடிப்பு ஓர்மைப்புள்ளி என்ற ஒன்று இருந்ததா? இல்லையா? என்பதில் கவனம் செலுத்தி வந்தேன். அந்த ஆண்டு நவம்பர் மாதத்தில் என் மகள் லூசி பிறந்து சிறிது காலம் கழித்து மாலைப் படுக்கைக்கு செல்லும் போது கருந்துளைகள் பற்றி சிந்திக்க துவங்கினேன். என் உடல் குறைபாட்டால் படுக்கச் செல்வதையே சற்று மெதுவாக தான் செய்ய முடிந்தது. எனவே நிறைய நேரம் இருந்தது. அந்த நாளில், வெளி-காலத்திலான எந்தப் புள்ளிகள் கருந்துளைக்கு உள்ளே இருக்கும்? எந்த புள்ளிகள் வெளியில் இருக்கும்? என்பதற்கான சரியான விளக்கம் இல்லை.

ரோஜர் பென்ரோசுடன் ஏற்கனவே ஒரு கருந்துளை என்பது பெருந்தொலைவுக்கு தப்பிச் செல்ல இடமளிக்காத நிகழ்ச்சிகளின் தொகுப்பு என்று வரையறுக்கலாம் என்ற கருத்தை விவாதித்திருந்தேன். இதுவே தற்போது பொதுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இதன் பொருள் என்னவெனில் கருந்துளையிலிருந்து தப்பிச்செல்ல கடைசி நேரத்தில் முடியாமல்போய் எக்காலத்துக்கும் எல்லையை ஒட்டியே வட்ட மடித்துக் கொண்டிருக்கும் ஒளிக்கதிர்களின் வெளி-கால பாதைகளே

கருந்துளைகளின் எல்லையாகிய நிகழ்வு பரப்புல்லையாக அமைகிறது. இது ஒரு வகையில் காவல்துறையினரிடமிருந்து ஓட்டம் பிடித்து ஓரடி முன்னே ஓடிக்கொண்டிருந்தாலும் தப்பி ஓடிவிட முடியாத நிலையைப் பொறுத்தது.
இந்த ஒளிக்கதிர்களின் பாதைகள் எப்போதும் ஒன்றையொன்று நெருங்க முடியாதென்பதை நான் திடீரென உணர்ந்தேன். ஒருவேளை அவை அவ்வாறு நெருங்கினால் இறுதியில் ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொண்டாக வேண்டும். இது எதிர்திசையில் காவல் துறையினரிடமிருந்து தப்பி ஓடி வரும் வேறு ஒருவரை சந்திப்பதற்கு ஒப்பானது. இருவரும் மாட்டிக்கொள்வார்கள். அதாவது நாம் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் நிகழ்வில் கருந்துளைக்குள் விழுவதாகிவிடும். ஆனால் இந்த ஒளிக்கதிர்களை கருந்துளை விழுங்கி விடுமானால் அவை கருந்துளையின் எல்லையில் இருந்திருக்க முடியாது. எனவே நிகழ்வு பரப்பெல்லையில் ஒளிக்கதிர்களின் பாதைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவோ அல்லது விலகியோ தான் சென்றுக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

வேறு வகையில் பார்த்தால் கருந்துளையின் எல்லையாகிய நிகழ்வு பரப்பெல்லை ஒரு நிழலின் ஓரத்தை போன்றது. அதாவது இது நிகழவிருக்கும் நிகழ்வின் நிழல். சூரியனை போன்ற பெருந்தொலைவில் உள்ள ஓர் ஒளிமூலம் ஏற்படுத்தும் நிழலின் விளிம்பை பார்த்தால் ஒளிக்கதிர்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்காமல்

இருக்க காணலாம். கருந்துளையின் எல்லையாகிய நிகழ்வு பரப்பெல்லையாக அமைந்திடும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒருபோதும் ஒன்றையொன்று நெருங்க முடியாது என்றால் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பு மாறாமல் இருக்கும் அல்லது அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லும். ஆனால் ஒருபோதும் குறையாது. ஏனெனில் அது குறையுமானால் எல்லையிலுள்ள ஒளிக்கதிர்களில் சிலவாவது ஒன்றையொன்று நெருங்கிக்கொண்டிருக்க வேண்டுமென்று பொருளாகிவிடும். உண்மையில் பொருளோ அல்லது கதிரியக்கமோ கருந்துளைக்குள் விழும் போதெல்லாம் இந்த பரப்பு அதிகரிக்கும்.

மேலும் இரண்டு கருந்துளைகளும் ஒன்றோடொன்று மோதி இரண்டறக் கலந்து ஒன்றாகிவிடும். எனவே இறுதி கருந்துளையின் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பானது தொடக்க கருந்துளையின் நிகழ்வு பரப்பெல்லைகளின் கூடுதலுக்கு சமமாகவோ அல்லது அதைவிட கூடுதலாகவோ இருக்கும். நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் இந்த குறையாத பண்பு கருந்துளைகள் எப்படி நடந்து கொள்கிறது என்பதற்கு ஒரு முக்கிய கட்டுப்பாட்டை விதிக்கிறது. இந்த என்னுடைய கண்டுபிடிப்பு தந்த நெகிழ்ச்சியால் அன்றிரவு என்னால் சரியாக தூங்க முடியவில்லை.

மறுநாள் ரோஜர் பென்ரோசை தொலைபேசியில் அழைத்தேன். அவர் என் கருத்துக்கு உடன்பட்டார். உண்மையில் அவர் விளிம்பு பரப்பின் இந்த பண்பை முன்பே அறிந்து வைத்திருந்தார் என்றே நினைக்கிறேன். ஆனால் அவர் கருந்துளை என்றால் என்ன என்பதற்கு வேறொரு வரையறையை பயன்படுத்தி கொண்டிருந்தார். கருந்துளையானது காலப்போக்கில் மாறாத ஒரு நிலைக்கு வந்து நிலைபெற்று விட்டது என்று கொண்டால் மேற்கண்ட இரண்டு வரையறைகளின் படியும் கருந்துளைகளின் எல்லைகள் ஒன்றாக தான் இருக்கும். எனவே அவற்றின் பரப்புகளும் ஒன்றாக தான் இருக்கும் என்பதை அவர் உணரவில்லை.

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி

கருந்துளைப் பரப்பின் குறையா பண்பு என்பது ஓர் அமைப்பின் சீர்குலைவு படிதரத்தை அளவிடும் குலைதிறம் (Entropy) என அழைக்கப்படும் இந்த இயற்பியல் அளவு நடந்து கொள்ளும் விதத்தைப் பெருமளவில் நினைவு படுத்துகிறது. எதையும் அவ்வாறே விட்டுவிட்டால் சீர்குலைவு அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும் என்பது கண்கூடாக தெரியக்கூடியது. வீட்டை பழுது நீக்காமல் விட்டுவிடுவதன் மூலம் இதை அறிந்து கொள்ளலாம். வீட்டுக்கு வண்ணம் பூசுவதை போன்று சீர்குலைவிலிருந்து சீரொழுங்கை உண்டாக்கலாம். ஆனால் அதற்கு ஆற்றல் அல்லது முயற்சி செலவிட்டாக வேண்டும். எனவே அது கிடைக்கக்கூடிய சீரான ஆற்றல் அளவைக் குறைத்து விடுகிறது.

இக்கருத்தை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி மிக நுட்பமாக சொல்கிறது. ஒரு தனித்த அமைப்பின் குலைதிறம் எப்போதும் நேரத்தை பொறுத்து குறைவதில்லை என்றும் இரு அமைப்புகள் ஒன்றாக இணைக்கப்படும் போது அந்த கூட்டு அமைப்பின் குலைதிறம் தனித்தனி அமைப்புகளின் குலைதிறங்களின் கூட்டு தொகையை விட கூடுதலாக இருக்குமென்றும் அது சொல்கிறது. ஒரு பெட்டியில் இருக்கும் வாயு

மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு ஒன்றை எடுத்துகாட்டாக கொள்வோம். இந்த மூலக்கூறுகளை தொடர்ச்சியாக ஒன்றுடன் ஒன்று முட்டி மோதிக் கொண்டும் பெட்டியின் சுவர்களில் பட்டு எழும்பிக்கொண்டும் இருக்கும் சிறு பில்லியார்ட (Billiard) பந்துகளைப் போல் எண்ணி பார்க்கலாம். எந்த அளவுக்கு வாயுக்களின் வெப்பநிலை உயர்கிறதோ அந்த அளவுக்கு மூலக்கூறுகள் வேகமாக இயங்குகின்றன. அவை பெட்டி சுவர்களில் அந்தளவுக்கு கடுமையாகவும் அடிக்கடியும் மோதுகின்றன. சுவர்களின் மீது அவை அந்த அளவுக்குப் புறம் நோக்கிய அழுத்தம் செலுத்துகின்றன தொடக்கத்தில் மூலக்கூறுகள் எல்லாம் ஒரு தடுப்பைக் கொண்டு பெட்டியின் இடப் பக்கத்தில் அடைத்து வைக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். பிறகு அத்தடுப்பு அகற்றப்பட்டால் மூலக்கூறுகள் பரவிச் சென்று பெட்டியின் இரு பாதிகளிலும் இடம் பிடிக்கப் பார்க்கும். பின்னொரு நேரத்தில் தற்செயலாக அவை அனைத்தும் வலது பாதியில் மட்டுமோ அல்லது பழையபடி இடது பாதியில் மட்டுமோ இருக்கக் கூடும். ஆனால் அவை இரு பாதிகளிலும் திட்டதட்ட சம எண்ணிக்கையில் இருக்க மிக அதிகமாய் வாய்ப்புள்ளது. இத்தகைய நிலையானது எல்லா மூலக்கூறுகளும் ஒரே பாதியில் இருந்த தொடக்க நிலையைக் காட்டிலும் குறைந்த சீரொழுங்குடையது அல்லது அதிகம் சீர்குலைவுற்றதாகும் என்கிறோம்.

இதே போல் இரு பெட்டிகளை வைத்துத் தொடங்குவதாகக் கொள்வோம். ஒன்றில் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளும் மற்றொன்றில் நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளும் இருக்கட்டும். இரு பெட்டிகளையும் ஒன்றாக இணைத்து இடைச் சுவரை அகற்றி விட்டால் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் கலக்கத் தொடங்கும். பின்னொரு நேரத்தில் இரு பெட்டிகள் முழுவதிலும் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் ஓரளவுக்கு ஒரேசீராகக் கலந்திருக்கும் நிலவரத்துக்கே மிக அதிக வாய்ப்புள்ளது. இரு தனித்தனி பெட்டிகளின் தொடக்க நிலவரத்தைக் காட்டிலும் இந்த நிலவரம் குறைந்த சீரொழுங்கு உடையதாக, எனவே அதிக குலைதிறம் உடையதாக இருக்கும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கு நியூட்டனின் ஈர்ப்பு விதி போன்ற மற்ற அறிவியல் விதிகளுக்கு இல்லாத ஒரு மாறுபட்ட தகுநிலை இருப்பதாகச் சொல்லலாம் . ஏனென்றால் இது மிகப் பெரும்பாலான சமயங்களில் செல்லுபடியாகிறதே தவிர எல்லா சமயங்களிலும் செல்லுபடியாவதில்லை. நமது முதல் பெட்டியில் உள்ள எல்லா வாயு மூலக்கூறுகளும் பின்னொரு நேரத்தில் பெட்டியின் ஒரு பாதியில் காணப்படும் நிகழ்தகவு பல மில்லியன் மில்லியன்களில் ஒரு பங்கேயாகும். இருப்பினும் அப்படி நிகழ வாய்ப்புண்டு.

இருப்பினும் அக்கம் பக்கத்தில் ஒரு கருந்துளை இருந்தால் இரண்டாம் விதியை மீறுவதற்குக் கூட இன்னும் எளிய வழியிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. வாயு அடங்கிய பெட்டி போல் அதிக குலைதிறம் கொண்ட ஏதோ ஒரு பருப்பொருளைக் கருந்துளைக்குள் தூக்கிப் போட்டால் போதும். கருந்துளைக்குப் புறத்திலுள்ள பருப்பொருளின் மொத்தக் குலைதிறமும் குறைந்து விடும். கருந்துளைக்கு உள்ளே இருக்கும் குலைதிறம் உட்பட மொத்தக் குலைதிறமும் குறையவில்லை என இப்போதுங்கூட சொல்லலாம்தான். ஆனால் கருந்துளைக்குள்ளே பார்ப்பதற்கு எந்த வழியும் இல்லாததாலால் அதற்குள்ளிருக்கும் பருப்பொருளுக்கு எவ்வளவு குலைதிறம் உள்ளது என்பதைக் காண முடியாது. கருந்துளையின் ஏதோ ஒரு பண்புக்கூறு அதற்குப் புறத்தேயுள்ள நோக்கர்கள் அதன் குலைதிறத்தைச் சொல்வதற்கு உதவக் கூடுமென்றால், குலைதிறம் ஏந்திய பருப்பொருள் கருந்துளைக்குள் வந்து விழும் போதெல்லாம் அந்தப் பண்புக்கூறு அதிகரித்துச் செல்லுமென்றால், சிறப்பாகவே இருக்கும். மேலே எடுத்துரைக்கப்பட்டவாறு கருந்துளைக்குள் பருப்பொருள் விழும் போதெல்லாம் நிகழ்ச்சி விளிம்புப் பரப்பு அதிகரிக்கிறது.

எனது மேற்கண்ட ஆய்வை தொடர்ந்து பிரின்ஸ்டன் ஆராய்ச்சி மாணவர் ஜேக்கப் பெக்கன்ஸ்டைன் (Jacob bekenstein) என்பவர் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பு கருந்துளையின் குலைதிறத்துக்கு

ஓர் அளவீடாகும் என முன்மொழிந்தார். குலைதிறம் தாங்கிய பொருள் கருந்துளைக்குள் விழ விழ அதன் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பு அதிகரித்துச் செல்லும். எனவே கருந்துளைக்குப் வெளியே உள்ள பொருள் குலைதிறத்தையும் விளிம்புகளின் பரப்பையும் கூட்டி வரும் தொகை ஒரு போதும் குறையாது.

இந்த முன்மொழிவு வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி பெரும்பாலான சூழல்களில் மீறப்படுவதைத் தடுத்து விட்டதாகத் தோன்றியது. ஆனால் இதில் ஒரு மோசமான பிழை இருந்தது. ஒரு கருந்துளைக்குக் குலைதிறம் இருந்தால் அதற்கு ஒரு வெப்பநிலையும் இருந்தாக வேண்டும். ஆனால் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை கொண்ட ஒரு பொருள் குறிப்பிட்ட வீதத்தில் கதிரியக்கத்தை உமிழ்ந்தாக வேண்டும். ஒரு கம்பியை நெருப்பில் பழுக்கக் காய்ச்சினால் அது சிவப்பாய் ஒளிர்ந்து கதிரியக்கத்தை உமிழ்வது சாதாரணமாக காணக்கூடியது. ஆனால் குறைந்த வெப்பநிலைகளிலும் பொருட்கள் கதிரியக்கத்தை உமிழ்கின்றன. ஆனால் இந்தக் கதிரியக்கத்தின் அளவு மிகக் குறைவே என்பதால் இயல்பாகவே இது கவனிக்கப்படுவதில்லை. இரண்டாம் விதி மீறப்படுவதைத் தடுப்பதற்கு இந்தக் கதிரியக்கம் தேவைப்படுகிறது. எனவே கருந்துளைகள் கதிரியக்கத்தை உமிழ்ந்தாக வேண்டும். ஆனால் கருந்துளைகள் என்பதற்கான இலக்கணமே அவை எதையும் உமிழக்

கூடியவை அல்ல என்பதுதான். எனவே ஒரு கருந்துளையின் நிகழ்வு பரப்பெல்லை அதன் குலைதிறமாக கருத முடியாது எனத் தோன்றியது.

நான் 1972 இல் பிரான்டன் கார்ட்டருடனும் (Brandon carter) ஜிம் பர்தீன் (Jim bardeen) என்ற அமெரிக்கத் நண்பருடனும் சேர்ந்து ஓர் ஆய்வேடு எழுதினேன். குலைதிறத்துக்கும் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்புக்கும் நிறைய ஒற்றுமைகள் இருந்தாலும் மோசமானதாகத் தோன்றிய இந்த குறைபாடு இருப்பதை நாங்கள் அவ்வேட்டில் சுட்டிக் காட்டினோம். நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பு அதிகமாவது பற்றிய என் கண்டுபிடிப்பை பெக்கன்ஸ்டைன் தவறாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டு விட்டார் என்று நான் கருதியதால் எனக்கு அவர்பால் ஏற்பட்ட எரிச்சலும் கூட இந்த ஆய்வேட்டை எழுதிட எனக்கு ஓரளவு தூண்டுதலாய் இருந்தது என்பதை ஏற்றுக்கொள்ளத்தான் வேண்டும். ஆனால் நிச்சயமாக அவர் எதிர்பார்த்த முறையில் இல்லையென்றாலும் அடிப்படையில் அவர் கருத்துதான் சரி என்றானது.

கருந்துளை கதிரியக்கம்

1973 செப்டம்பரில் நான் மாஸ்கோ சென்றிருந்த போது யாக்கோவ் செல்டோவிச் (Yakov zeldovich), அலெக்சாண்டர் ஸ்டாரோபின்ஸ்கி (Alexander starobinsky) ஆகிய இரு முன்னணி சோவியத் வல்லுனர்களுடன் கருந்துளைகள் பற்றி விவாதித்தேன். குவாண்டம் இயங்கியலின் உறுதியின்மைக் கொள்கைப்படி (Uncertinity principle) சுழலும் கருந்துளைகள் துகள்களைப் படைக்கவும் உமிழவும் வேண்டும் என அவர்கள் என்னை நம்பச் செய்தார்கள். நான் அவர்கள் வாதங்களை இயற்பியல் அடிப்படையில் நம்பினேன். ஆனால் அவர்கள் உமிழ்வைக் கணக்கிட்ட கணக்கியல் முறை என்னால் ஏற்றுக்கொள்ள முடியவில்லை. எனவே இன்னுங்கூடச் சிறப்பான கணக்கியல் முறையை வகுக்க முற்பட்டேன். இதனை 1973 நவம்பர் இறுதியில் ஆக்ஸ்ஃபோர்டில் நடைபெற்ற முறைசாராக் கருத்தரங்கொன்றில் எடுத்துரைத்தேன். உள்ளபடியே எவ்வளவு உமிழப்படும் என்பதைக் காண்பதற்கான கணக்கீடுகளை அப்போது நான் செய்திருக்கவில்லை. செல்டோவிச்சும் ஸ்டாரோபின்ஸ்கியும் சுழலும் கருந்துளைகளிலிருந்து யூகித்திருந்த கதிரியக்கத்தைத்தான் கண்டுபிடிக்கலாம் என்று எதிர்பார்த்துக் கொண்டிருந்தேன். நான் என் கணக்கீடுகளைச் செய்து முடித்த போது சுழலாக் கருந்துளைகளும்

கூட ஒரு சீரான வீதத்தில் துகள்களைப் படைத்து உமிழ்வதாகத் தோன்றக் கண்டு வியப்புக்கும் சங்கடத்துக்கும் ஆளானேன்.

நான் பயன்படுத்திய தோராயங்களில் ஒன்று செல்லத்தக்கதன்று என்பதையே இந்த உமிழ்வு காட்டுவதாக முதலில் நினைத்தேன் . இது பற்றி பெக்கன்ஸ்டைன் தெரிந்து கொண்டு விட்டால் கருந்துளைகளின் குலைதிறம் பற்றிய தன் கருத்துகளை இன்னமும் எனக்குப் பிடிக்காத இந்தக் கருத்துகளை நிலைநிறுத்துவதற்கு இதனை மேலும் ஒரு வாதமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்வாரோ என்று அஞ்சினேன், ஆனால் நான் இதைப் பற்றிச் சிந்தனை செய்யச் செய்ய, இந்தத் தோராயங்கள் உண்மையில் செல்லுபடியாக வேண்டும் எனத் தோன்றியது. ஆனால் உமிழப்படும் துகள்களின் நிறமாலை ஒரு சூடான பொருளால் உமிழப்படக் கூடிய நிறமாலையே தவிர வேறல்ல என்பதும் இரண்டாம் விதி மீறப்படாமல் தடுப்பதற்குத் துல்லியமாகச் சரியான வீதத்திலேயே கருந்துளையானது துகள்களை உமிழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது என்பதுமே உமிழ்வு மெய்யானதுதான் என என்னை ஏற்கச் செய்தன. அது முதற்கொண்டு மற்றவர்கள் பல்வேறு வடிவங்களில் இக்கணக்கீடுகளைத் திரும்ப திரும்பச் செய்துள்ளார்கள். கருந்துளை என்பது ஒரு சூடான பொருளாக இருந்தால் எப்படியும் அதைப்போன்ற துகள்களையும் கதிரியக்கத்தையும் உமிழ்ந்தாக வேண்டும் என்பதை இவை உறுதி செய்கின்றன.

கருந்துளைகளால் உமிழப்படும் துகள்களானது இரண்டாவது விதியை மீறுவதை சரியான வீதத்தில் தடுக்கிறது.

கருந்துளையின் நிகழ்வு பரப்பெல்லைக்குள்ளிருந்து எதுவுமே தப்பிச் செல்ல முடியாது என நமக்குத் தெரிந்திருக்கையில் அது துகள்களை உமிழ்வதாகத் தோன்றுவது எவ்வாறு சாத்தியம்? துகள்கள் கருந்துளையின் நிகழ்ச்சி விளிம்பை ஒட்டிப் வெளியே இருக்கும் வெற்று வெளியிலிருந்து வருகின்றனவே தவிர கருந்துளைக்கு உள்ளிருந்து வருவதில்லை என்பதே விடையென்று குவாண்டம் கோட்பாடு நமக்குச் சொல்கிறது. இதனை நாம் பின்வரும் வழியில் புரிந்து கொள்ள முடியும். வெற்று வெளியென்று நாம் நினைப்பது அடியோடு வெற்றாக இருக்க முடியாது. அப்படி இருக்குமானால் ஈர்ப்புப் புலம், மின்காந்தப் புலம் போன்ற எல்லாப் புலங்களுமே துல்லியமாகச் சுழியமாய் இருக்க வேண்டி இருக்கும். ஆனால் புலத்தின் மதிப்பும் காலத்துடனான அதன் மாற்ற வீதமும் துகளின் நிலை மற்றும் திசைவேகத்தைப் போன்றவை. உறுதியின்மைக் கொள்கை குறிப்பது என்னவென்றால் இந்த இரு அளவுகளில் ஒன்றை எந்த அளவுக்குத் திருத்தமாக அறிந்துள்ளோமோ அந்த அளவுக்குத் திருத்தக் குறைவாகவே மற்றொன்றை அறிய முடியும். எனவே வெற்று வெளியில் புலத்தைத் துல்லியமான முறையில் சுழியமாக நிலைப்படுத்த முடியாது. ஏனென்றால் அப்போது அதற்குச் சரிநுட்பமான மதிப்பு, சரிநுட்பமான மாற்ற வீதம் ஆகிய இரண்டும்

இருக்கும். புலத்தின் மதிப்பில் ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்தபட்ச அளவு உறுதியின்மை, அல்லது குவாண்டம் ஏற்ற இறக்கங்கள் இருந்தாக வேண்டும். இந்த ஏற்ற இறக்கங்களை ஒரு நேரம் ஒன்றாகத் தோன்றி விலகிச் சென்று பிறகு மீண்டும் நெருக்கமாக வந்து ஒன்றையொன்று அழித்துக் கொள்ளும் ஒளி அல்லது ஈர்ப்புத் துகள்களின் இணைகளாகவும் கருதலாம். இத்துகள்கள் சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையை ஏந்திச் செல்லும் துகள்களைப் போன்ற மாயத் துகள்களாகும். மெய்த் துகள்களைப் போலல்லாது இவற்றைத் துகள் கண்டுபிடிப்பானைக் கொண்டு நேரடியாக ஆனால் அணுக்களிலான மின்மச் சுற்றுப் நோக்கியறிய முடியாது. ஆனால் அணுக்களில் ஆன மின்மச் சுற்றுப்பாதைகளின் ஆற்றலில் ஏற்படும் சிறு மாற்றங்கள் போன்ற இத்துகள்களின் சுற்றடி விளைவுகளை அளவிட முடியும். இவைக் கோட்பாட்டு யூகங்களோடு ஓரளவுக்கு துல்லியமாக ஒத்துப் போகின்றன.

ஆற்றல் மாறா கோட்பாட்டின் படி துகள் / எதிர்த்துகள் இணையிலுள்ள துணைகளில் ஒன்று நேர்மறை ஆற்றலும் மற்றொன்று எதிர்மறை ஆற்றலும் பெற்றிருக்கும். எதிர்மறை ஆற்றல் பெற்ற துணையானது குறைந்த ஆயுள் உடைய மாயத் துகளாகவே இருக்க விதிக்கப்பட்டதாகும் . ஏனென்றால் இயல்புச் சூழல்களில் மெய்த் துகள்கள் எப்போதும் நேர்மறை ஆற்றல் பெற்றிருக்கும். எனவே அது தன் துணையைத் தேடிப் பிடித்து அதனுடன் மோதி

அழிந்தாக வேண்டும். ஆனால் ஒரு பெருநிறைப் பொருளை நெருங்கியிருக்கும் மெய்த் துகளுக்குத் தொலைதூரத்தில் அதற்கு இருக்கக் கூடியதை விடவும் குறைந்த ஆற்றலே உள்ளது. ஏனென்றால் அந்தப் பொருளின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சிக்கு எதிராக அதனைத் தொலைதூரம் தூக்கிச் செல்வதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படும். இயல்பாகப் பார்த்தால், அத்துகளின் ஆற்றல் இப்போதும் நேர்மறையாகவே இருக்கும். ஆனால் கருந்துளைக்குள்ளிருக்கும் ஈர்ப்புப் புலம் மிக வலுவானது ஆகையால் அங்கு மெய்த் துகளுக்கும் கூட எதிர்மறை ஆற்றல் இருக்க முடியும்.

எனவே கருந்துளை இருக்குமானால் எதிர்மறை ஆற்றல் கொண்ட மாயத் துகள் அக்கருந்துளைக்குள் விழுந்து ஒரு மெய்த் துகள் அல்லது எதிர்த்துகளாவது சாத்தியமே. இந்த நேர்வில் இனியும் அது தன் துணையோடு மோதியழிய வேண்டாம். அதன் கைவிடப்பட்ட துணையும் கூட கருந்துளைக்குள் விழுந்து விடலாம் அல்லது நேர்மறை ஆற்றல் பெற்றிருப்பதால் அது மெய்த் துகளாகவோ எதிர்த்துகளாகவோ கருந்துளையின் அண்மையிலிருந்து தப்பிச் சென்றும் விடலாம். தொலைவிலுள்ள நோக்கருக்கு அது கருந்துளையிலிருந்து உமிழப்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றும். கருந்துளை எந்த அளவுக்குச் சிறியதாக உள்ளதோ, எதிர்மறை ஆற்றல் கொண்ட துகள் மெய்த் துகளாவதற்கு முன் செல்ல வேண்டிய தொலைவு அந்த அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கும்.

மேலும் கருந்துளையின் உமிழ்வு வீதமும் வெளிப்படையான வெப்பநிலையும் அந்த அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கும்.

வெளியேறிச் செல்லும் கதிர்வீச்சின் நேர்நிறை ஆற்றல் கருந்துளைக்குள் வந்து பாயும் எதிர்மறை ஆற்றல் துகள்களால் சரியீடு செய்யப்படும். E=MC2 என்ற ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டின்படி ஆற்றல் என்பது நிறைக்கு நேர்த்தகவுடையது. கதிர்வீச்சின் நேர்மறை ஆற்றல் கருந்துளைக்குள் வந்து பாயும் எதிர்மறை ஆற்றல் துகள்களால் சரியீடு செய்யப்படும். எனவே கருந்துளைக்குள் எதிர்மறை ஆற்றல் வந்து பாய்வது அதன் நிறையைக் குறையச் செய்கிறது. கருந்துளை நிறையை இழக்க இழக்க அதன் நிகழ்வு பரப்பெல்லையின் பரப்பு குறைந்து செல்கிறது. ஆனால் கருந்துளையின் குலைதிறத்தில் ஏற்படும் இந்தக் குறைவு உமிழப்படும் கதிர்வீச்சு குலைதிறத்தால் தேவைக்கு அதிகமாகவே ஈடு செய்யப்படுகிறது. எனவே இரண்டாம் விதி ஒருபோதும் மீறப்படுவதில்லை.

கருந்துளை வெடிப்புகள்

மேலும் கருந்துளையின் நிறை எந்த அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கிறதோ அதன் வெப்பநிலை அந்த அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கும். எனவே கருந்துளை நிறையை இழக்க இழக்க அதன் வெப்பநிலையும் உமிழ்வு வீதமும் அதிகரித்துச் செல்கின்றன. எனவே அது இன்னும் துரிதமாக நிறையை இழக்கிறது. முடிவில் கருந்துளையின் நிறை மிக மிகச் சிறியதாகி விடும் போது என்ன நேரிடும் என்பது அவ்வளவு தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் மிகவும் அறிவுக்குகந்த யூகம் இதுதான் மில்லியன் கணக்கான ஹைட்ரஜன் குண்டுகள் வெடிப்பதற்கு நிகரான இறுதிப் பெரும் உமிழ்வுத் தெறிப்பில் அடியோடு மறைந்து போகும்.

சூரியனின் நிறையைப் போல் சில மடங்கு நிறை கொண்ட ஒரு கருந்துளைக்கு அறுதிச் சுழியத்துக்கு மேல் ஒரு டிகிரியில் பத்து மில்லியனில் ஒரு பங்கு வெப்பநிலைதான் இருக்கும். இது அண்டத்தில் நிறைந்துள்ள நுண்ணலைக் கதிர்வீச்சின் அறுதிச் சுழியத்துக்கு மேல் கிட்டதட்ட 2.7 ° வெப்பநிலையை விட மிகக் குறைந்ததாகும். எனவே இத்தகையக் கருந்துளைகள் தாம் உட்கொள்வதற்கும் குறைவாகவே உமிழும். அண்டம் என்றென்றும் விரிவடைந்து கொண்டே செல்ல விதிக்கப்பட்டிருக்குமானால்

இறுதியில் இத்தகையக் கருந்துளைகளின் வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் நுண்ணலைக் கதிர்வீச்சின் வெப்பநிலை குறைந்து விடும். பிறகு அது நிறையை இழக்கத் தொடங்கி விடும். ஆனால் அப்போதுங்கூட அதன் வெப்பநிலை மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். எனவே முழுக்க ஆவியாவதற்குக் கிட்டத்தட்ட 1066 ஆண்டுகள் ஆகும். இது அண்டத்தின் வயதை விட மிக நீண்ட காலமாகும். அண்டத்தின் வயது சுமார் 1010 ஆண்டுகள் மட்டுமே.

மறுபுறம் முந்தைய சொற்பொழிவில் குறிப்பிட்டது போல் அண்டத்தின் மிகவும் முற்பட்ட கட்டங்களில் ஒழுங்கீனங்களின் தகர்வால் உண்டான மிகச் சிறிய நிறை கொண்ட முதன்மைக் கருந்துளைகள் இருக்கலாம். இத்தகையக் கருந்துளைகளுக்கு மிக அதிக வெப்பநிலை இருக்கும். அவை மிக அதிகமான வீதத்தில் கதிரியக்கத்தை உமிழ்ந்து கொண்டிருக்கும். ஆயிரம் மில்லியன் டன்கள் தொடக்க நிறை கொண்ட முதன்மைக் கருந்துளையின் ஆயுட்காலம் கிட்டத்தட்ட அண்டத்தின் வயதுக்கு இணையாக இருக்கும். இதைவிடக் குறைந்த தொடக்க நிறைகள் கொண்ட முதன்மைக் கருந்துளைகள் ஏற்கெனவே முழுக்க ஆவியாகியிருக்கும். ஆனால் சற்றே அதிக நிறைகள் கொண்ட அத்தகைய முதன்மைக் கருந்துளைகள் இன்னமும் ஊடு கதிர்கள் மற்றும் காமாக் கதிர்கள் வடிவில் கதிரியக்கத்தை உமிழ்ந்து கொண்டிருக்கும். இந்த ஊடு கதிர்களும் காமாக் கதிர்களும்

ஒளியலைகளைப் போன்றவை என்றாலும் அவற்றை விட மிகக் குறைந்த அலைநீளம் கொண்டவை. இத்தகையக் கருந்துளைகள் கருப்புப் அடைமொழிக்கு அவ்வளவாக தகுதியற்றவை. உண்மையில் அவை வெண்தழலாய் இருப்பவை. கிட்டத்தட்ட பத்தாயிரம் மெகாவாட்டுகள் வீதத்தில் அவை ஆற்றலை உமிழ்ந்து கொண்டிருக்கும்.

இத்தகைய ஒரு கருந்துளையின் ஆற்றலை நம்மால் முறையாகப் பயன்படுத்த முடியுமானால் பத்து பெரிய மின்விசை நிலையங்களை நடத்தக் கூடும். ஆனால் இது கடினமாகத்தான் இருக்கும். மலையளவு நிறையை ஓர் அணுவினது கருவின் உருவளவாக நெருக்கித் திணித்தாற்போல் அக்கருந்துளை இருக்கும். இந்தக் கருந்துளைகளில் ஒன்றைப் புவிப் பரப்பில் கொண்டு வந்து வைத்து விட்டால், அது தரையினூடாக பூமியின் மையத்தில் போய் விழுவதைத் தடுத்து நிறுத்த வழியே இருக்காது. அது பூமியினூடாகப் போய் வந்து ஊசலாடும். முடிவில் மையத்தில் வந்து நிலைகொள்ளும். இத்தகையக் கருந்துளை உமிழும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளக் கூடிய முறையில் அதை வைப்பதற்குரிய ஒரே இடம் புவியைச் சுற்றிய சுற்றுப்பாதையாகவே இருக்கும். அது பூமியைச் சுற்றும்படி செய்வதற்கு ஒரே வழி, கழுதைக்கு முன்னால் கேரட்டைக் காட்டிச் செல்வது போல் அதற்கு முன்னால் பெருநிறை ஒன்றைக் கட்டியிழுத்துச் சென்று கவர முயல்வதாகவே இருக்கும். இது

அவ்வளவாக வேலைக்காகிற யோசனையாகத் தெரியவில்லை,

எப்படியும் உடனடி வருங்காலத்தில் இல்லை.

முதன்மை கருந்துளைகளுக்கான தேடல்

.ஆனால் இந்த முதன்மைக் கருந்துளைகளிலிருந்து வரும் உமிழ்வை நம்மால் முறையாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியவில்லையென்றாலும் கூட அவற்றை நாம் நோக்கியறியும் வாய்ப்புகள் என்ன? முதன்மைக் கருந்துளைகள் தம் ஆயுட் காலத்தின் பெரும் பகுதியில் உமிழ்கிற காமாக் கதிர்களை நாம் தேடிப் பார்க்கலாம். அவை மிகவும் தொலைவில் இருப்பதால் பெரும்பாலானவற்றிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சு மிகவும் நலிந்திருக்கும் என்றாலும் அவை அனைத்திலிருந்தும் வரக் கூடிய ஒட்டு மொத்த அளவு கண்டறியத்தக்கதாகவே இருக்கக் கூடும். காமாக் கதிர்களின் இத்தகைய பின்னணியை நாம் நோக்கவே செய்கிறோம். ஆனால் இந்தப் பின்னணி அனேகமாக முதன்மைக் கருந்துளைகள் தவிர வேறு நிகழ்முறைகளின் காரணமாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்டிருக்கலாம். எனவே காமாக் கதிர் பின்னணியின் நோக்காய்வுகள் கருந்துளைகள் இருப்பதற்கு எந்த நேர்வகைச் சான்றும் வழங்கவில்லை எனலாம். ஆனால் சராசரியாக அண்டத்தின் ஒவ்வொரு கன ஒளியாண்டுப் பரப்பிற்கும் முந்நூறு முதன்மைக் கருந்துளைகளுக்கு மேல் இருக்க முடியாது என அவை நமக்குப் புலப்படுத்தவே செய்கின்றன. முதன்மைக் கருந்துளைகள் அண்டத்திலுள்ள பொருளில் நிறை

அடர்த்தி அதிகபட்சமாக மில்லியனில் ஒரு பங்காகவே அமையக்கூடும் என்பதையே இந்த எல்லை குறிக்கிறது.

முதன்மைக் கருந்துளைகள் இவ்வளவு அரிதாக இருக்கும் நிலையில் அவற்றில் ஒன்று காமாக் கதிர்களின் தனியொரு மூலமாக நாம் நோக்குவதற்கேற்ப அருகாமையில் இருக்கக் கூடும் எனத் தோன்றவில்லை. ஆனால் ஈர்ப்பு முதன்மைக் கருந்துளைகளை எந்த பருப்பொருள் நோக்கியும் இழுத்துச் செல்லும் ஆகையால் அவை திரள்களிலும் திரள்களைச் சுற்றியும் இன்னுங்கூட சாதாரணமாக இருக்கும். எனவே சராசரியாக ஒரு கன ஒளியாண்டில் 300 முதன்மைக் கருந்துளைகளுக்கு மேல் இருக்க முடியாது என்பதை காமாக் கதிர்ப் பின்னணி நமக்கு உணர்த்தினாலும் அவை எவ்வளவு சாதாரணமாக நம் திரளிலேயே இருக்கக் கூடும் என்பதைப் பற்றி அது நமக்கு ஒன்றும் சொல்வதில்லை. அவை இதை விட ஒரு மில்லியன் மடங்கு அதிகச் சாதாரணமாய் இருப்பதாகக் கொள்வோமானால் நமக்கு மிக அருகில் இருக்கும் கருந்துளை அனேகமாக சுமார் ஆயிரம் மில்லியன் கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருக்கும். அதாவது கோள்களிலேயே அதிகத் தொலைவிலுள்ள புளூட்டோ அளவுக்குத் தொலைவில் இருக்கும். ஒரு கருந்துளையின் சீரான உமிழ்வு பத்தாயிரம் மெகா வாட்டுகளாக இருந்தால் கூட அந்த உமிழ்வைக் கண்டுபிடிப்பது இந்தத் தொலைவிலும் மிகக் கடினமாகவே இருக்கும்.

முதன்மைக் கருந்துளையை நோக்கியறிய வேண்டுமானால், ஒரு வாரம் என்பது போன்ற நியாயமான கால அளவிற்குள் ஒரே திசையிலிருந்து வரும் பல காமாக் கதிர்க் கற்றைகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டி இருக்கும்.

இல்லாவிடில் அவை பின்னணியின் பகுதியாகவே இருக்கக் கூடும். ஆனால் பிளாங்கின் குவாண்டம் கொள்கை காமாக் கதிர்க் குவாண்டம் ஒவ்வொன்றுக்கும் மிக உயர்ந்த ஆற்றல் உள்ளது என நமக்குச் சொல்கிறது. ஏனென்றால் காமாக் கதிர்கள் மிக உயர்ந்த அதிர்வெண் கொண்டவை. எனவே அவை பத்தாயிரம் மெகாவாட்டுகள் கதிர்வீசுவதற்கும் கூட அதிகக் கற்றைகள் தேவைப்பட மாட்டா. புளூட்டோ அளவுக்குத் தொலைவிலிருந்து வரும் இந்த சிலவற்றை நோக்கியறிய இது நாள் வரை கட்டப்பட்டுள்ள எதைக் காட்டிலும் பெரிய காமாக் கதிர்க் கண்டுபிடிப்பான் தேவைப்படும். மேலும், கண்டுபிடிப்பான் விண்வெளியில் இருக்க வேண்டும். ஏனென்றால் காமாக் கதிர்களால் வளிமண்டலத்துக்குள் ஊடுருவ முடியாது.

புளூட்டோ அளவுக்கு அருகிலுள்ள கருந்துளையின் ஆயுள் முடிந்து அது வெடித்துச் சிதறுமானால் இறுதி உமிழ்வுத் தெறிப்பைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதாயிருக்கும் என்பது உறுதி. ஆனால் கருந்துளை கடந்த பத்து அல்லது இருபது ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு

உமிழ்ந்து கொண்டே இருந்திருக்குமானால் அடுத்த சில ஆண்டுகளில் அதன் ஆயுள் முடிவடையும் வாய்ப்பு உண்மையில் சற்றே குறைவுதான்! இதற்குக் கடந்தகாலத்திலோ எதிர்காலத்திலோ பல மில்லியன் ஆண்டுகள் தேவைப்படலாம்! எனவே உங்கள் ஆராய்ச்சிக்கான மானியம் தீர்வதற்குள் வெடிப்பைப் பார்க்க நியாயமான வாய்ப்பு உங்களுக்கு இருக்க வேண்டுமானால் சுமார் ஓர் ஒளியாண்டு தொலைவுக்குள் வெடிப்பேதும் நிகழ்ந்தால் அதைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு நீங்கள் வழி காண வேண்டி இருக்கும். வெடிப்பிலிருந்து பல காமா கதிர் குவாண்டாவைக் கண்காணிக்க ஒரு பெரிய காமா கதிர் கண்டறிதல் தேவைப்படும் பிரச்சனை உங்களுக்கு இன்னும் இருக்கும். இருப்பினும், இந்த விடயத்தில், அனைத்து குவாண்டாவும் (Quanta) ஒரே திசையில் இருந்து வந்தது என்பதை தீர்மானிக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. அவையனைத்தும் ஒரே வெடிப்பில் இருந்து வருகிறது என்ற நியாயமான நம்பிக்கைக்கு மிகக் குறுகிய கால இடைவெளியில் அவை வந்ததைக் கவனித்தாலே போதும்.

முதன்மை கருந்துளைகளைக் கண்டறியும் திறன் கொண்ட ஒரு காமா கதிர் கண்டறிதல் முழு பூமியின் வளிமண்டலமாகும். எவ்வாறாயினும், நாம் ஒரு பெரிய கண்டறிதலை உருவாக்குவது சாத்தியமில்லை. அதிக ஆற்றல் கொண்ட காமா கதிர் குவாண்டம் நமது வளிமண்டலத்தில் உள்ள அணுக்களைத் தாக்கும் போது, அது

ஜோடி எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் பாசிட்ரான்களை உருவாக்குகிறது. இவை மற்ற அணுக்களைத் தாக்கும் போது, அவை பல ஜோடி எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் பாசிட்ரான்களை உருவாக்குகின்றன. இதுவே எலக்ட்ரான் ஷவர் (Electron shower) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக செரென்கோவ் கதிர்வீச்சு எனப்படும் ஒளியின் வடிவம். எனவே இரவு வானத்தில் ஒளியின் கீற்றுகளைத் தேடுவதன் மூலம் காமா கதிர் வெடிப்புகளைக் கண்டறிய முடியும்.

நிச்சயமாக, மின்னல் போன்ற பல வானத்தில் ஒளிரும் நிகழ்வுகள் உள்ளன. இருப்பினும், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பரவலாகப் பிரிக்கப்பட்ட இடங்களில் ஒரே நேரத்தில் கீற்றுகளைக் கவனிப்பதன் மூலம் காமா கதிர் வெடிப்புகளை அத்தகைய விளைவுகளிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறியலாம். அரிசோனாவில் உள்ள தொலைநோக்கிகளைப் பயன்படுத்தி டப்ளினைச் சேர்ந்த நீல் போர்ட்டர் (Neil porter) மற்றும் ட்ரெவர் வீக்ஸ் (Trevor weekes) ஆகிய இரு விஞ்ஞானிகள் இது போன்ற ஒரு தேடலை மேற்கொண்டுள்ளனர். அவர்கள் பல கீற்றுகளைக் கண்டறிந்தனர், ஆனால் அவை முதன்மை கருந்துளைகளில் இருந்து காமா கதிர் வெடிப்புகளுக்கு நிச்சயமாகக் காரணமாக இருக்க முடியாது.

முதன்மைக் கருந்துளைகளுக்கான தேடல் பயனற்றுப் போய் விடக் கூடுமெனத் தோன்றுகிறது. அது அப்படியானாலும் கூட அண்டத்தின் மிகவும் முற்பட்ட கட்டங்களைப் பற்றி நமக்கு முக்கியத் தகவல் தருவதாக குழப்பமானதாகவோ அண்டம் இருக்கும். ஒழுங்கீனமானதாகவோ இருந்திருந்தால், அல்லது பொருட்களின் அழுத்தம் குறைவாக இருந்திருந்தால், காமாக் கதிர்ப் பின்னணி பற்றிய நமது நோக்காய்வுகள் ஏற்கெனவே விதித்துள்ள வரம்பைக் காட்டிலும் பல பல முதன்மைக் கருந்துளைகளை அது தோற்றுவிக்குமென எதிர்பார்த்திருப்போம். முற்பட்ட அண்டமானது உயர் அழுத்தத்தோடு மிகவும் சரளமாகவும் ஒரே சீராகவும் இருந்தது என்றால் மட்டுமே முதன்மைக்கருந்துளைகள் நோக்கறியதக்க எண்ணிக்கையில் இல்லாமல் போனதற்கு விளக்கமளிக்க முடியும்.

பொது சார்பியலும் குவாண்டம் இயங்கியலும்

இந்த நூற்றாண்டின் இரு பெரும் கோட்பாடுகளான பொதுச் சார்பியலையும் குவாண்டம் இயங்கியலையும் அடிப்படையாகக் கொண்ட யூகித்தறிதலுக்கு முதல் எடுத்துக்காட்டாகத் திகழ்ந்தது கருந்துளைகளிலிருந்து கதிர்வீச்சு என்னும் கருத்து, இது நடப்பிலிருந்த கண்ணோட்டத்தைக் கவிழ்த்துப் போட்டதால் தொடக்கத்தில் பெரும் எதிர்ப்பைக் கிளப்பி விட்டது. “ஒரு கருந்துளையால் எந்த ஒன்றையும் உமிழ முடியும்?”
ஆக்ஸ்ஃஃபோர்டுக்கு அருகே ரூதர்ஃஃபோர்டு ஆப்பிள்டன் ஆய்வுக் கூடத்தில் நடந்த ஒரு மாநாட்டில் நான் முதலில் என் கணக்கீடுகளின் முடிவுகளை அறிவித்த போது பொதுவாக யாரும் எளிதில் நம்ப மறுத்தனர். நான் பேசி முடித்த போது அந்த அமர்வுக்குத் தலைமை வகித்த இலண்டன் கிங்ஸ் கல்லூரியைச் சேர்ந்த ஜான் ஜி.டெய்லர் (John G.Taylor) இதெல்லாம் அபத்தம் என்று அறிவித்தார். அதே பொருளில் ஆய்வறிக்கை ஒன்றும் கூட எழுதினார்.
ஆனால் பொதுச் சார்பியல் மற்றும் குவாண்டம் இயங்கியல் பற்றிய நம் ஏனைய கருத்துகள் சரி என்றால் சூடான பொருட்களைப் போல் கருந்துளைகள் கதிர்வீசியாக வேண்டும் என்ற முடிவுக்கே ஜான் டெய்லர் உட்பட பெரும்பாலானவர்கள் இறுதியில் வந்து

சேர்ந்துள்ளார்கள். முதன்மைக் கருந்துளை ஒன்றைக் கண்டறிய இன்றளவும் நம்மால் முடிந்தபாடில்லை என்றாலுங்கூட நாம் அதைக் கண்டறிந்துவிட்டால் அது பெரும் அளவில் காமாக் கதிர்களையும் ஊடு கதிர்களையும் உமிழ்ந்து கொண்டிருக்க வேண்டும் என்று ஓரளவுக்குப் பொதுவாகவே ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. நாம் ஏதேனும் ஒன்றை கண்டால், எனக்கு நோபள் பரிசு கிடைக்கக் கூடும்.

ஈர்ப்புத் தகர்வு என்பது நாம் ஒரு காலத்தில் எண்ணியிருந்த அளவுக்கு இறுதியானதும் மாற்ற முடியாததும் அல்ல என்பதையே கருந்துளைகளிலிருந்து கதிர்வீச்சு இருப்பது குறிப்பதாகத் தோன்றுகிறது. விண்ணோடி ஒருவர் ஒரு கருந்துளைக்குள் விழுந்து விட்டால் அதன் நிறை அதிகரிக்கும. ஆனால் முடிவில் அக்கூடுதல் நிறைக்கு நிகரான ஆற்றல் கதிர்வீச்சின் வடிவில் அண்டத்திற்குத் திருப்பி அளிக்கப்படும். ஆனால் இந்தச் சாகாவரம் அவலமானதாகவே இவ்வாறு ஒரு விதத்தில் விண்ணோடி "மறுசுழற்சி" செய்யப்படுவார். ஆனால் இந்த சாகாவரம் அவலமானதாகவே இருக்கும். ஏனெனில் கருந்துளைக்குள் விண்ணோடி நார்நாராகக் கிழித்தெறியப்படுகையில் காலம் பற்றி அவருக்குச் சொந்தக் கருத்து ஏதும் இருந்தால் அது முடிவுக்கு வந்து விடும் என்பது கிட்டத்தட்ட உறுதியானது! முடிவில் அந்தக் கருந்துளையால் உமிழப்படும் துகள் வகைகளும் கூட விண்ணோடியாக உருப்பெற்றிருந்த துகள் வகைகளிலிருந்து

வேறுபட்டிருக்கும். அவரது பண்புக்கூறுகளில் தப்பிப் பிழைப்பதாக அவரது நிறை அல்லது ஆற்றல் மட்டுமே இருக்கும்.

கருந்துளைகளிலிருந்தான உமிழ்வை உய்த்தறிவதற்கு நான் பயன்படுத்திய தோராயங்கள் ஒரு கிராமின் பின்னத்துக்குக் கூடுதலான கொண்டதாக கருந்துளை இருக்கும் போது நன்கு உதவும். ஆனால் கருந்துளையினது வாழ்வின் முடிவில் அதன் நிறை மிகச் சிறியதாகும் போது இந்தத் தோராயங்கள் செயலற்று விடும். இதன் விளைவு மிக அனேகமாய் இப்படித்தான இருக்கும் எனத் தோன்றுகிறது. கருந்துளை மறைந்தே போய் விடும். எப்படியும் அண்டத்தின் நமது வட்டாரத்திலிருந்தாவது மறைந்து போகும் அப்படி மறைந்து போகும் போது விண்ணோடியையும் உண்மையில் ஓர்மைப்புள்ளி என்ற ஒன்று இருக்குமானால் தனக்குள் இருக்கக் கூடிய அந்த ஓர்மைப்புள்ளியையும் சேர்த்துக் கொண்டு போய் விடும். இதுவே பொதுச் சார்பியல் யூகித்தறிந்த ஓர்மைப்புள்ளிகளைக் குவாண்டம் இயங்கியல் நீக்கி விடக் கூடும் என்பதற்கான முதல் அறிகுறியாக இருந்தது. ஆனால் நானும் மற்றவர்களும் 1974 இல் பயன்படுத்திக் கொண்டிருந்த வழிமுறைகளால் கற்றை ஈர்ப்பில் ஓர்மைப்புள்ளிகள் நேரிடுமா என்பது போன்ற வினாக்களுக்கு விடையளிக்க இயலவில்லை.

எனவே நான் 1975 முதற்கொண்டு ரிச்சர்ட் ஃபெய்மேனின் (Richard feynmann) கூட்டுத் தொகையான வரலாறுகள் என்ற கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு குவாண்டம் ஈர்ப்பியலை அணுகுவதற்கான மேலும் திறமான அணுகுமுறையை வளர்த்தெடுக்கத் தொடங்கினேன். அண்டத்தின் தொடக்கம் மற்றும் தலைவிதி விண்ணோடிகள் போன்ற அதன் உள்ளடக்கங்களுக்கும் இந்த அணுகுமுறை முன்மொழியும் விடைகள் அடுத்த இரு சொற்பொழிவுகளில் விளக்கப்படும். குவாண்டம் இயக்கவியல் அண்டத்திற்கு ஓர் ஓர்மைப்புள்ளி இல்லாத தொடக்கத்தை அனுமதிப்பதை பற்றி பார்ப்போம். அண்டத்தின் தோற்றத்தில் இயற்பியல் விதிகள் உடைக்கப்பட வேண்டியதில்லை என்பதே இதன் பொருள். அண்டத்தின் நிலை மற்றும் உள்ளடக்கங்கள் நம்மை போலவே நிர்ணயிக்கப்பட்ட வரம்பு விதிக்கப்பட்ட இயற்பியல் விதிகளால் முழுமையாக தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

ஐந்தாவது சொற்பொழிவு

அண்டத்தின் தொடக்கமும் தலைவிதியும்

1970கள் முழுதும் நான் முக்கியமாகக் கருந்துளைகளைத்தான் பயின்று வந்தேன். ஆனால் 1981 இல் வாடிகனில் அண்டவியல் மாநாட்டில் நான் கலந்து கொண்ட அண்டத்தின் தொடக்கமும் தலைவிதியும் பற்றிய வினாக்களில் என் ஆர்வம் மீண்டும் விழித்துக் கொண்டது. கத்தோலிக்கத் திருச்சபையானது பூமியை சூரியன் சுற்றுவதாக அறிவித்ததன் வாயிலாக ஓர் அறிவியல் வினா குறித்து சட்டம் விதிக்க முயன்ற போது கலிலியோ தொடர்பாக மோசமான தவறிழைத்து விட்டது. இப்போது, இத்தனை நூற்றாண்டுகள் கழித்து, அண்டவியல் குறித்துத் தனக்கு அறிவுரை வழங்கப் பல வல்லுனர்களை அழைக்க முடிவு செய்தது.

மாநாட்டின் முடிவில் அதில் பங்கேற்றவர்களுக்குப் போப்பாண்டவரைக் கண்டு பேசும் வாய்ப்பு வழங்கப்பட்டது. அவர் எங்களிடம் சொன்னார், பெருவெடிப்புக்குப் பிற்பட்ட அண்டத்தின் படிமலர்ச்சியை ஆராய்வதெல்லாம் சரிதான். ஆனால் நாங்கள் பெருவெடிப்பையே ஆராயக் கூடாதாம். ஏனென்றால் அது படைப்பின் தருணம், எனவே அது கடவுள் செயல் என்றார்.

நான் மாநாட்டில் சற்று முன் நிகழ்த்திய உரையின் பொருள் பற்றி அவருக்குத் தெரியவில்லை என்று அப்போது நான்

மகிழ்ச்சியடைந்தேன். வெளி-காலம் என்பது வரையறுக்க இயலாததாக இருந்தாலும் எல்லையேதும் அற்றதாக இருக்கும் சாத்தியப்பாடு பற்றியே நான் பேசியிருந்தேன். அதற்குத் தொடக்கம் என்பதே இல்லை, படைப்புத் தருணம் என்பதே இல்லை என்று இதற்குப் பொருள். கலிலியோவுக்கு ஏற்பட்ட அதே கதி எனக்கும் நேரிடுவதை நான் விரும்பவில்லை. அவரோடு எனக்கு வலுவான ஓர்மை உணர்வுள்ளது. அவர் இறந்து சரியாக 300 ஆண்டுகள் கழித்துப் பிறந்தேன் என்ற பொருத்தமும் ஒரு காரணம்!

வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரி

பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படும் அண்ட வரலாற்றை முதலில் புரிந்து கொள்ள நானும் மற்றவர்களும் வைத்திருக்கிற கருத்துகளை விளக்கும் பொருட்டு “வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரி” என அறியப்படும் கருத்தின்படி அண்டமானது ஃபிரீட்மேன் மாதிரியைக் கொண்டு விவரிக்கப்பட்டிருப்பதாக என்னுடைய ஆய்வறிக்கையை எழுதியிருந்தேன். இத்தகைய மாதிரிகளில் அண்டம் விரிவடைய விரிவடைய அதில் அடங்கிய பொருள் அல்லது கதிர்வீச்சு எதுவும் குளிர்ந்து செல்லக் காணலாம். வெப்பநிலை என்பது துகள்களின் சராசரி ஆற்றலின் அல்லது வேகத்தின் ஓர் அளவைதான் என்பதால் அண்டம் இப்படிக் குளிர்ந்து செல்வது அதில் அடங்கிய பொருள் மீது பெருவிளைவு கொண்டிருக்கும். மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் துகள்களின் இயக்கம் மிக வேகமாக இருக்கும். எனவே அணுக்கரு அல்லது மின்காந்த விசைகளால் அவை தமக்குள் உள்ள எந்தக் கவர்ச்சியிலிருந்தும் தப்பி விடக் கூடும். ஆனால் அவை குளிர்ந்து செல்லச் செல்ல துகள்கள் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து ஒன்றாகக் குவியத் தொடங்கும் என எதிர்பார்க்கலாம்.

பெருவெடிப்பில் அண்டம் சுழிய அளவும், வரையறுக்க இயலா வெப்பமும் கொண்டிருந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. ஆனால் அண்டம்

விரிவடைய விரிவடைய கதிர்வீச்சின் வெப்பநிலை குறைந்தது. பெருவெடிப்பு நிகழ்ந்து ஒரு வினாடி கழித்து இந்த வெப்பநிலை சுமார் பத்தாயிரம் மில்லியன் டிகிரியாகக் குறைந்திருக்கும். இது சூரியனின் மையத்தில் உள்ள வெப்பநிலையைப் போல் சுமார் ஆயிரம் மடங்கு ஆகும். ஆனால் ஹைட்ரஜன் குண்டு வெடிப்புகளில் இந்த அளவு உயர்ந்த வெப்பநிலைகள் எட்டப்படுகின்றன. அந்த நேரத்தில் அண்டமானது சில நேர்மங்கள் மற்றும் நொதுமங்களோடு கூட பெரும்பாலும் ஒளிமங்கள், மின்மங்கள், நொதுங்குறுமங்கள் (neutrinos) மற்றும் அவற்றின் எதிர்த்துகள்களைத் தன்னகத்தே கொண்டதாக இருந்திருக்கும்.

அண்டம் தொடர்ந்து விரிவடைந்தும் அதன் வெப்பநிலை தொடர்ந்து குறைந்தும் செல்லச் செல்ல மோதல்களில் மின்ம/ எதிர்மின்ம இணைகள் உண்டாகும் வீதமானது அவை அழிப்பினால் ஒழிந்து போகும் வீதத்தை விடக் குறைந்திருக்கும். எனவே மின்மங்களிலும் எதிர்மின்மங்களிலும் பெரும்பாலானவை ஒன்றோடொன்று மோதியழிந்து கூடுதலான ஒளிமங்களை உண்டாக்கியிருக்கும். ஒரு சில மின்மங்கள் மட்டுமே மிச்சமிருக்கும்.

பெருவெடிப்பு நிகழ்ந்து சுமார் நூறு வினாடி கழித்து வெப்பநிலை ஆயிரம் மில்லியன் டிகிரியாகக் குறைந்திருக்கும். இது அதிவெப்ப விண்மீன்களுக்குள்ளே இருக்கும் வெப்பநிலையாகும். இந்த

வெப்பநிலையில் நேர்மங்களுக்கும் நொதுமங்களுக்கும் வல் அணுக்கரு விசைக் கவர்ச்சியிலிருந்து தப்பிச் செல்லப் போதிய ஆற்றல் இனியும் இருக்காது. அவை ஒன்று சேர்ந்து ஒரு நேர்மத்தையும் நொதுமத்தையும் கொண்ட டியூட்ரியம் அணுக்களின் கருக்களை உண்டாக்கத் தொடங்கியிருக்கும். பிறகு டியூட்ரியம் அணுக்கருக்கள் இன்னுமதிக நேர்மங்களோடும் நொதுமங்களோடும் சேர்ந்து இரு நேர்மங்களையும் இரு நொதுமங்களையும் கொண்ட ஹீலியம் அணுக்கருக்களை உண்டாக்கியிருக்கும். இவை தவிர லித்தியம், பெரிலியம் என்ற இன்னும் கனமான இரு தனிமங்களையும் சிறு அளவுகளில் உண்டாகியிருக்கும்.

வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரியமைப்பில் சுமார் கால் பங்கு நேர்மங்களும் நொதுமங்களும் ஹீலியம் அணுக்கருக்களாக மாற்றப்பட்டிருக்கும் என்று கணக்கிடலாம். கூடவே சிறு அளவில் கன ஹைட்ரஜனாகவும் மற்றத் தனிமங்களாகவும் மாற்றப்பட்டிருக்கும். எஞ்சிய நொதுமங்கள் சாதாரண ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் கருக்களாகிய நேர்மங்களாகச் சிதைந்து போயிருக்கும். இந்த கணிப்பு நோக்காய்வுகளோடு ஒத்து போகிறது.

முற்பட்ட காலத்தில் வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரி கதிர்வீச்சு வெளியிடப்பட்டிருக்க வேண்டுமென கணிக்கிறது. ஆனால் அதன் வெப்பநிலை அறுதி சுழியத்தை விட கொஞ்சம் மட்டுமே அதிகமாக

இருந்திருக்க வேண்டும். இதுவே பென்சியாஸ் மற்றும் வில்சனால் 1965ல் கண்டறியப்பட்டது. எனவே பெருவெடிப்பு நடந்த பின் சுமார் விநாடி கழிந்த பிறகு என்ன நடந்திருக்கும் என்பதை நம்மால் தற்போது நம்பிக்கையுடன் யூகிக்க முடிகிறது. பெரு வெடிப்பு நடந்த சில மணி நேரங்களுக்குள் ஹீலியம் மற்றும் ஏனைய தனிமங்களின் உருவாக்கம் நின்றிருக்கும். அதற்குப் பின் அடுத்து வந்த ஏறத்தாழ மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கும் பெரிதாக எதுவும் நிகழ்ந்து விடாமல் அண்டம் அப்படியே தொடர்ந்து விரிவடைந்து சென்றிருக்கும். முடிவில், வெப்பநிலை ஒரு சில ஆயிரம் டிகிரிகளாக இறங்கி, மின்மங்களுக்கும் அணுக்கருக்களுக்கும் தமக்கிடையிலான மின்காந்தக் கவர்ச்சியை வெல்வதற்குப் போதுமான ஆற்றல் இனிமேலும் இல்லாமற் போய் விடும் போது உடனே அவை இணைந்து அணுக்களாக உருப்பெறத் தொடங்கியிருக்கும்.

முழு அண்டமும் தொடர்ந்து விரிவடைந்து கொண்டும் குளிர்ந்து கொண்டும் இருந்திருக்கும். ஆனால் சராசரிக்கு மேல் சற்றே அடர்த்தி கூடிய வட்டாரங்களில் கூடுதல் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியினால் விரிவாக்கத்தின் வேகம் மட்டுப்பட்டிருக்கும். முடிவில் இது சில வட்டாரங்களில் விரிவாக்கத்தை நிறுத்தி அவற்றின் மறுதகர்வைத் தொடக்கி வைக்கும். அவை தகர்வுற்றுக் கொண்டிருந்த போது இந்த வட்டாரங்களுக்குப் புறத்தே பருப்பொருளின் ஈர்ப்பு இழுவையானது அவற்றை இலேசாக சுழற்றத் தொடங்கக் கூடும். தகர்வுற்றுக்

கொண்டிருக்கும் வட்டாரம் சிறிதாகிச் செல்லச் செல்ல அது இன்னும் வேகமாகச் சுழலும் பனிக்கட்டித் தரை மீது சுழலும் பனிச் சறுக்கு வீரர்கள் எவ்வாறு கைகோர்த்துச் செல்லச் செல்ல மேலும் விரைவாகச் சுழல்வார்களோ அதே போல முடிவில் அந்த வட்டாரம் போதிய அளவுக்குச் சிறியதாகி விடும் போது அது ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியைச் சரியீடு செய்வதற்குப் போதுமான விரைவுடன் சுழன்று கொண்டிருக்கும். இறுதியில், இப்பகுதி போதுமான அளவு சிறியதாக இருக்கும்போது ஈர்ப்புவிசையை சம நிலை படுத்தும் அளவுக்கு அது வேகமாக சுழலும். இவ்வகையில் வட்டுப்போன்ற சுழலும் திரள்கள் பிறந்தன.

காலம் செல்லச் செல்ல திரள்களில் இருக்கும் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியம் வாயு இன்னுஞ்சிறிய மேகங்களாகக் கலைந்து போய் இந்த மேகங்கள் தம் ஈர்ப்பினாலாயே தகர்வுறும். அவை சுருங்கச் சுருங்க அவற்றுக்குள் உள்ள அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று மோதிக் கொள்ள மோதிக் கொள்ள வாயுவின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். முடிவில் அணுக்கருச் சேர்க்கை வினைகளைத் தொடங்கப் போதுமான அளவுக்கு வெப்பம் உடையதாக மாறும். இவை ஹைட்ரஜனை இன்னும் அதிக ஹீலியமாக மாற்றும். வெளிப்படும் வெப்பம் அழுத்தத்தை உயர்த்தி, இவ்விதம் மேகங்களை இதற்கு மேல் எவ்வகையிலும் சுருங்க விடாமல் தடுத்து நிறுத்தும். அவை நம் சூரியனைப் போன்ற விண்மீன்களாக நீண்ட காலத்துக்கு

இந்நிலையில் நிலையாக இருந்து, ஹைட்ரஜனை எரித்து ஹீலியமாக மாற்றி, இதில் விளைந்த ஆற்றலை வெப்பமாகவும் ஒளியாகவும் கதிர்வீசிக் கொண்டு இருக்கும்.

கூடுதல் நிறை கொண்ட விண்மீன்கள் தங்கள் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியின் கூடுதல் வலிமையைச் சரியீடு செய்வதற்குக் கூடுதல் வெப்பமுடையவையாக இருக்கத் தேவைப்படும். இதற்காக அணுக்கருச் சேர்க்கை வினைகளை அந்த அளவுக்குக் கூடுதல் விரைவுடன் நடக்கச் செய்யும். இதனால் அவை வெறும் நூறு மில்லியன் ஆண்டுகளிலேயே தமது ஹைட்ரஜனைத் தீர்த்து விடும். பிறகு அவை சற்றே சுருங்கும். அவை மேலும் வெப்பமடையும் போது ஹீலியத்தைச் கார்பன் அல்லது ஆக்சிஜன் போன்ற இன்னுங்கனமான தனிமங்களாக மாற்றத் தொடங்கும். ஆனால் இது கூடுதல் ஆற்றல் வெளியிடாது. எனவே ஒரு நெருக்கடி உண்டாகும். கருந்துளைகள் பற்றிய எனது கருந்துளைப் பற்றிய சொற்பொழிவில் இதை பற்றி விளக்கி உள்ளேன்.

அடுத்து என்ன நடக்கிறது என்பது குறித்து முழுத் தெளிவு இல்லை. ஆனால் விண்மீனின் மைய வட்டாரங்கள் தகர்வுற்று நொதும விண்மீன் அல்லது கருந்துளை போன்ற ஒரு மிகு அடர்த்தி நிலவரத்தை அடையும் போல் தோன்றுகிறது. விண்மீனின் புறவட்டாரங்கள் சில நேரம் ஒரு மாபெரும் வெடிப்பில் வெடித்துச்

சிதறக் கூடும். சூப்பர்நோவா எனப்படும் இவ்வெடிப்பு அதன் திரளில் மற்றெல்லா விண்மீன்களையும் விட அதிகம் ஒளிரும். விண்மீனின் ஆயுள் முடிவு நெருங்குகையில் உண்டாகும் சில கனங்கூடிய தனிமங்கள் திரளில் இருக்கும் வாயுவிற்குள் திரும்ப வீசப்படும். அது அடுத்த தலைமுறை விண்மீன்களுக்கான மூலப்பொருளில் ஒரு பகுதியை வழங்கும்

நம் சூரியனில் இந்தக் கனம் கூடிய தனிமங்களில் சுமார் 2 விழுக்காடு அடங்கியுள்ளது. ஏனென்றால் அது தனக்கு முற்பட்ட சூப்பர்நோவாக்களின் உடைந்த பாகங்களை தன்னகத்தே கொண்டு சுழலும் வாயு மேகம் ஒன்றிலிருந்து ஏறத்தாழ 5000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் உருவான ஓர் இரண்டாவது அல்லது மூன்றாவது தலைமுறை விண்மீனாகும். அந்த மேகத்தில் அடங்கிய வாயுவில் பெரும் பகுதி சூரியனாக உருவாவதற்குப் பயன்பட்டது அல்லது அடித்துச் செல்லப்பட்டது. ஆனால் சிறிய அளவிலான கனம் கூடிய தனிமங்கள் ஒன்று சேர்ந்து பொருட்களாக அமைந்தன. இந்த பொருட்களே இப்போது பூமி போன்ற கோள்களாக சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன.

வெளிப்படையான கேள்விகள்

வெப்பம் தகிக்கும் நிலையிலிருந்து தொடங்கி, பிறகு விரிவடைய விரிவடைய குளிர்ந்து சென்ற அண்டம் என்னும் இச்சித்திரம் இன்று ஆயினும் விடை கிடைக்காத நம்மிடம் உள்ள நோக்காய்வுச் சான்று அனைத்துடனும் ஒத்துப் போகிறது. இருப்பினும் முக்கிய வினாக்கள் எஞ்சியுள்ளன. முதலாவதாக, முற்பட்ட அண்டம் ஏன் அவ்வளவு வெப்பமாக இருந்தது? இரண்டாவதாக, அண்டம் பெருவீதத்தில் இந்த அளவுக்கு ஒரேசீராக இருப்பது ஏன்? வெளியின் புள்ளிகள் அனைத்திலும் திசைகள் அனைத்திலும் அது ஒன்றே போல் தோற்றமளிப்பது ஏன்?

மூன்றாவதாக, மறு தகர்வுறும் மாதிரிகளை என்றென்றும் விரிவடைந்து செல்லும் மாதிரிகளிலிருந்து பிரித்து வேறுபடுத்தும் முட்டு விரிவாக்க வீதத்துக்கு (critical rate of expansion) இவ்வளவு நெருக்கமான வீதத்தில் அண்டம் தொடங்கியதும், இப்பொழுதும் கூட, பத்தாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகள் கழிந்த பிறகும் முட்டு வீதத்துக்கு நெருக்கமாகவே அது விரிவடைந்து கொண்டிருப்பதும் ஏன்? பெருவெடிப்புக்கு ஒரு வினாடி பிற்பட்ட விரிவாக்க வீதம் நூறாயிரம் மில்லியன் மில்லியனில் ஒரே ஒரு பங்கு என்ற அளவு

குறைவாக இருந்திருந்தால் கூட இன்றைய உருவளவை எட்டுவதற்கு முன்பாகவே அண்டம் மறுதகர்வுற்றிருக்கும்.

நான்காவதாக, அண்டம் பெருவீதத்தில் இந்த அளவுக்கு ஒரேசீராகவும் ஒருபடித்தாகவும் இருந்த போதிலும் விண்மீன்கள், திரள்கள் போன்ற பகுதிசார் ஒழுங்கின்மைகளைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. இந்த ஒழுங்கின்மைகள் முற்பட்ட அண்டத்தில் ஒரு வட்டாரத்துக்கும் மற்றொரு வட்டாரத்துக்குமான சிறு அடர்த்தி வேறுபாடுகளிலிருந்து வளர்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த அடர்த்தி ஏற்ற இறக்கங்களின் தோற்றுவாய் என்ன?

பொது சார்பியல் கோட்பாடு, இந்த அம்சங்களை விளக்கவோ அல்லது இந்தக் கேள்விகளுக்கு பதிலளிக்கவோ முடியாது. ஏனெனில், அண்டம் பெருவெடிப்பு ஓர்மைப்புள்ளியில் எல்லையற்ற அடர்த்தியுடன் தொடங்கியது என்று கணித்துள்ளது. ஓர்மைப்புள்ளியில், பொது சார்பியல் மற்றும் பிற அனைத்து இயற்பியல் விதிகளும் உடைந்து விடும். ஓர்மைப்புள்ளியில் இருந்து என்ன வரும் என்று கணிக்க முடியாது. நான் முன்பு விளக்கியது போல், பெருவெடிப்புக்கு முந்தைய எந்தவொரு நிகழ்வுகளையும் நாம் கோட்பாட்டிலிருந்து விலக்கிவிடலாம். ஏனெனில் அவை நாம் கவனிப்பதில் எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்தாது. பெருவெடிப்பு தொடக்கத்தில் வெளி-காலம் ஒரு எல்லையைக் கொண்டிருக்கும்.

இன்று நாம் கவனிக்கும் நிலைக்கு இட்டுச்செல்லும் வகையில் அண்டம் ஏன் பெருவெடிப்பில் தொடங்கியிருக்க வேண்டும்? ஏன் அண்டம் மிகவும் சீராக, மீண்டும் தகர்வுறுதலைத் தவிர்க்க மிக முட்டு விகிதத்தில் விரிவடைகிறது? அண்டத்திற்கான பல்வேறு ஆரம்ப கட்டமைப்புகள் நாம் கவனிக்கும் அண்டத்தை உருவாக்க பரிணாம வளர்ச்சியடைந்திருக்கும் என்பதை ஒருவர் காட்டினால், இதைப் பற்றி மகிழ்ச்சியாக உணரலாம்.

இந்த சூழல் என்றால், அண்டமானது நாம் கொண்டிருப்பதை போன்று சில சீரற்ற வட்டாரங்களை கொண்டிருக்கும். அங்கு மாறுபட்ட வட்டாரங்களே இருக்க வேண்டும். இருப்பினும், இந்த வட்டாரங்கள் திரள்களையோ விண்மீன்களையோ உருவாக்குவதாக இருக்காது. இதுவே நமக்கு தெரிந்த அறிவார்ந்த வாழ்வை வளர்ப்பதற்கான முன் நிபந்தனைகளாகும். மேலும் அவை அவற்றை நோக்காய்வதற்கான எந்த உள்ளடக்கத்தையும் கொண்டிருப்பதில்லை.

அண்டவியலை பொறுத்தவரை அண்டத்தில் நாம் வாழும் வட்டாரத்தின் அறிவார்ந்த வாழ்வுக்கான தேர்வுக் கொள்கையை கணக்கிலெடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இது வெளிப்படையான மற்றும் முதன்மை கணக்கெடுப்பாகும். இதை மானுடவியல் கொள்கை எனவும் அழைப்பர். அண்டத்தின் ஆரம்ப நிலை மிகவும்

கவனமாக தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும், அது நம்மைச் சுற்றி நாம் பார்ப்பது போன்றவற்றுக்கு வழிவகுக்கும். அப்போது உயிர்கள் தோன்றும் எந்தப் பகுதியையும் அண்டம் கொண்டிருக்க வாய்ப்பில்லை.

நான் முன்பே விளக்கியது போல வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரியில் ஆரம்பகால அண்டத்தில் வெப்பம் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு பரவுவதற்கு போதுமான நேரம் இல்லை. நுண்ணலை பின்னணியை நாம் பார்க்கும் ஒவ்வொரு திசையிலும் ஒரே வெப்பநிலையைக் கொண்டிருப்பதைக் கணக்கிட, அண்டத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகள் ஒரே வெப்பநிலையுடன் தொடங்கியிருக்க வேண்டும். மேலும் அண்டம் மறு தகர்வுறுதலுக்கு ஆளாகாமல் இருப்பதற்காக தொடக்ககால விரிவாக்க வீதமும் தேர்ந்தெடுக்க பட்டிருக்க வேண்டும். வெப்ப பெரு வெடிப்பு மாதிரியில் அண்டத்தின் ஆரம்ப நிலையை கவனமாக தேர்ந்தெடுக்க வேண்டியது அவசியம். இந்த வழியில் ஏன் அண்டம் தொடங்கியிருக்க வேண்டுமென விளக்குவது சற்று கடினமானது, ஆனால் கடவுள் நம்மையும் அண்டத்தையும் படைத்தார் என சொல்பவர்களுக்கு அந்த கடினம் இருப்பதில்லை.

உப்பல் மாதிரி

வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரியில் ஆரம்ப கட்டங்களில் இந்த சிரமத்தைத் தவிர்ப்பதற்காக, மாசசூசெட்ஸ் தொழில்நுட்பக் கழகத்தைச் சேர்ந்த அறிவியலாளர் ஆலன் கத் (Alan guth) ஒரு புதிய மாதிரியை முன்வைத்தார். இதில், பல்வேறு ஆரம்ப கட்டமைப்புகள் தற்போதைய அண்டமாக பரிணமித்திருக்கலாம். ஆரம்பகால அண்டம் மிக விரைவான அல்லது அதிவேக விரிவாக்கத்தின் காலகட்டத்தைக் கொண்டிருந்திருக்கலாம் என்று அவர் பரிந்துரைத்தார். இந்த விரிவாக்கம் “உப்பல்”(inflationary) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நாட்டிலும் அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ ஏற்படும் விலைகளின் பணவீக்கத்துடன் இதை ஒப்பிடலாம். பணவீக்கத்திற்கான உலக சாதனை அநேகமாக ஜெர்மனியில் முதல் உலகப் போருக்குப் பிறகு, ஒரு ரொட்டியின் விலை ஒரு மார்க்குக்கு (Deutsche mark) கீழ் இருந்து சில மாதங்களில் மில்லியன் மார்க் களுக்கு சென்றது. ஆனால் அண்டத்தின் அளவில் ஏற்படும் உப்பலானது அதை விட மிக அதிகமாக இருந்தது. ஒரு சிறிய வினாடிக்கு ஒரு மில்லியன் மில்லியன் மில்லியன் மில்லியன் முறை. நிச்சயமாக அது தற்போதைய அரசாங்கத்திற்கு முன் இருந்தது தான்.

பெருவெடிப்பிலிருந்து தொடங்கிய போது அண்டம் மிகவும் வெப்பமாக இருந்ததென கத் முன்மொழிந்தார். அண்டத்தில் இருக்கும் துகள்கள் அதிவேகமாக இயங்கி கொண்டிருக்கும், அவை உயர் ஆற்றல்கள் கொண்டவையாக இருக்கும் என்பதை இந்த உயர் வெப்பநிலைகள் குறித்திருக்கும். நாம் ஏற்கெனவே எடுத்துரைத்தது போல் இத்தகைய உயர் வெப்பநிலைகளில் வல் அணுக்கரு விசை, மெல் அணுக்கரு விசை, மின் காந்த விசை எல்லாம் சேர்ந்து ஒற்றை விசையாக ஒருங்கிணைக்கப்படும் என்று எதிர்பார்ப்போம். அண்டம் விரிவடைய விரிவடைய குளிர்ந்து துகள் ஆற்றல்கள் குறைந்து செல்லும். முடிவில் கட்ட இடைமாற்றம் (phase transition) என்பது நிகழும். விசைகளிடையிலான சமச்சீர்மை முறிபடும். அதாவது மெல் விசையிலிருந்தும் மின்காந்த விசையிலிருந்தும் வல் விசை மாறுபட்டுப் போகும். கட்ட இடைமாற்றத்துக்கு ஒரு சாதாரண எடுத்துக்காட்டு, நீரைக் குளிர்விக்கும் போது அது உறைவதாகும். நீர்ம நீர் சமச்சீரானது. அதாவது ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒவ்வொரு திசையிலும் ஒன்றே ஆகும். ஆனால் பனிப் படிகங்கள் உருவாகும் போது அவை திட்டமான நிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். ஏதோ ஒரு திசையில் வரிசைப்பட்டிருக்கும். இது நீரின் சமச்சீர்மையை முறிக்கிறது.

நீரைப் பொறுத்த வரை கவனமாக இருந்தால் அதனை “அதிக்குளிர்விக்க” [supercool] முடியும். அதாவது, பனிக்கட்டி

உருவாகாமலே உறைநிலை 0°c க்குக் கீழே வெப்பநிலையைக் குறைக்க முடியும். அண்டம் இதே போல் நடந்து கொள்ளலாம் என கத் முன்மொழிந்தார். விசைகளுக்கு இடையிலான சமச்சீர்மை முறிபடாமல் முட்டு மதிப்புக்குக் கீழே வெப்பநிலை இறங்கலாம். இப்படி நடந்ததென்றால் அண்டம் நிலையற்ற நிலரத்தில் இருக்கும். சமச்சீர்மை முறிபட்டிருந்தால் இருக்கக் கூடியதை விடவும் ஆற்றல் அதிகமாய் இருக்கும். இந்தத் சிறப்புக் கூடுதல் ஆற்றல் எதிர் ஈர்ப்பு விளைவு கொண்டதென்று காட்ட முடியும்.

இது அசையாமல் நிலைத்திருக்கும் அண்ட மாதிரியை உருவாக்க முயன்று கொண்டிருந்த போது அப்ன்ஸ்டைன் பொதுச் சார்பியலில் நுழைத்த அண்டவியல் மாறிலியைப் போலவே செயல்பட்டிருக்கும். அண்டமானது வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரியை போலவே ஏற்கெனவே விரிவடைந்து கொண்டிருக்குமாதலால் அண்டவியல் மாறிலியின் இந்த விலக்கித் தள்ளும் விளைவு அண்டத்தை என்றென்றும் அதிகரித்துச் செல்லும் வீதத்தில் விரிவடையச் செய்திருக்கும். பருப்பொருள் துகள்கள் சராசரிக்கு மேல் கூடுதலாய் இருந்த வட்டாரங்களிலேயே கூட பருப்பொருளின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியைச் செயல்விளைவுள்ள அண்டவியல் மாறிலியின் விலக்கல் அதிகமாகி நிற்கும். இவ்வாறு இந்த வட்டாரங்களும் முடுக்கிச் செல்லும் உப்பல் முறையில் விரிவடையும். அவை

விரிவடைந்து பருப்பொருள் துகள்கள் மென்மேலும் விலகிச் செல்கையில் இதன் விளைவாக அண்டம் விரிவடைந்து செல்லும்.

அண்டம் விரிவடைவதால், பொருள் துகள்கள் வெகுதூரம் விலகிச் சென்று, விரிவடையும் அண்டம் மட்டுமே எஞ்சியிருக்கும். அது எந்த துகள்களையும் கொண்டிருக்கவில்லை. அது இன்னும் அதிகுளிர் நிலையிலேயே இருக்கும், இதில் சக்திகளுக்கு இடையே உள்ள சமச்சீர் தன்மை உடைபடவில்லை. ஒரு பலூனை ஊதும்போது அதில் உள்ள சுருக்கங்கள் மென்மையாக்கப்படுவதால், அண்டத்தில் உள்ள எந்தவொரு முறைகேடுகளும் விரிவினால் மென்மையாக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, அண்டத்தின் தற்போதைய சீரான மற்றும் நிலையான நிலை பல்வேறு சீரற்ற ஆரம்ப நிலைகளிலிருந்து உருவாகியிருக்கலாம். விரிவாக்க விகிதமானது மீண்டும் தகர்வுறுவதைத் தவிர்க்க தேவையான முட்டு விகிதத்தை நோக்கியும் இருக்கும்.

மேலும், உப்பல் பற்றிய யோசனை அண்டத்தில் ஏன் இவ்வளவு பொருள் உள்ளது என்பதையும் விளக்க முடியும். அண்டத்தின் பகுதியில் 1080 துகள்கள் உள்ளன, அதை நாம் கவனிக்க முடியும். அவை அனைத்தும் எங்கிருந்து வந்தது? பதில் என்னவென்றால், குவாண்டம் கோட்பாட்டில், துகள்/எதிர் துகள் ஜோடிகளின் வடிவத்தில் ஆற்றலில் இருந்து உருவாக்கப்படலாம். ஆனால் அந்த

ஆற்றல் எங்கிருந்து வந்தது என்ற கேள்வி மட்டும் எழுகிறது. பதில் என்னவென்றால், அண்டத்தின் மொத்த ஆற்றல் சரியாக சுழியமாகும்.

அண்டத்தில் உள்ள பருப்பொருள் நேர்நிறை ஆற்றலிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் பருப்பொருள் யாவும் ஈர்ப்பினால் தன்னைத்தானே கவர்ந்து கொண்டிருக்கிறது. இரு பருப்பொருள் உருப்புகள் விலகித் தொலைவாய் இருக்கும் போது பெற்றிருப்பதைக் காட்டிலும் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக இருக்கும் போது குறைந்த ஆற்றலையே பெற்றிருக்கின்றன. ஏனென்றால் அவற்றைச் சேர்த்து இழுத்துக் கொண்டிருக்கும் ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக அவற்றைப் பிரிப்பதற்கு ஆற்றல் செலவாகிறது. இவ்வாறு ஒரு வகையில் ஈர்ப்புப் புலத்துக்கு எதிர்மறை ஆற்றல் உள்ளது. வெளியில் கிட்டத்தட்ட ஒரேசீராக இருக்கும் அண்டத்தைப் பொறுத்த வரை இந்த எதிர்மறை ஈர்ப்பாற்றல் பருப்பொருளால் குறிக்கப் பெறும் நேர்நிறை ஆற்றலைத் துல்லியமாக நீக்கி விடுவதை மெய்ப்பிக்க முடியும். எனவே அண்டத்தின் மொத்த ஆற்றல் என்பது சுழியமாகும்.

சுழியத்தின் இரு மடங்கும் சுழியம்தான். எனவே ஆற்றல் அழியா விதியை மீறாமலே அண்டத்தால் நேர்நிறை பருப்பொருள் ஆற்றலின் அளவை இரட்டிப்பாக்குவதோடு எதிர்மறை ஈர்ப்பாற்றலையும் இரட்டிப்பாக்க முடியும். அண்டம் பெரிதாகிச் செல்லச் செல்ல பருப்பொருள் ஆற்றல் அடர்த்தி குறைந்து

செல்லும்படியான இயல்பான அண்ட விரிவாக்கத்தில் இது நடப்பதில்லை. ஆனால் உப்பல் விரிவாக்கத்தில் இது நடக்கவே செய்கிறது. ஏனென்றால் அண்டம் விரிவடைகையில் அதிகுளிர் நிலவரத்தின் ஆற்றல் அடர்த்தி மாறாது இருந்து வருகிறது. அண்டம் தன் உருவளவில் இரட்டிப்பாகும் போது நேர்நிறை பருப்பொருள் ஆற்றல், எதிர்மறை ஈர்ப்பு ஆற்றல் ஆகிய இரண்டுமே இரட்டிப்பாகின்றன. எனவே மொத்த ஆற்றல் சுழியமாகவே இருந்து வருகிறது. உப்பல் கட்டத்தின் போது அண்டம் தன் உருவளவை மிகப் பெரும் அளவு அதிகமாக்கிக் கொள்கிறது. எனவே துகள்களை உண்டாக்க கிடைக்கும்படியான மொத்த ஆற்றல் அளவு மிகப் பெரிதாகிறது. கத் குறிப்பிட்டிருப்பது போல் ‘உணவு சும்மா கிடைக்காது என்பார்கள். ஆனால் அண்டமே நமக்கு சும்மா கிடைத்ததுதான்’.

உப்பலின் முடிவு

இன்று அண்டம் உப்பல் வழியில் விரிவடைந்து கொண்டிருக்கவில்லை. எனவே மிகப் பெரும் திறனுடைய அண்டவியல் மாறிலியை ஒழிப்பதற்கும், விரிவாக்க வீதத்தை முடுக்கம் பெற்ற ஒன்று என்ற நிலையிலிருந்து இன்றிருப்பது போல் ஈர்ப்பால் மட்டுப்படுத்தப்படும் ஒன்று என்ற நிலைக்கு மாற்றுவதற்கும் ஏதோ இயங்குமுறை இருந்தாக வேண்டும். அதிகுளிர் நீர் எப்போதுமே எப்படி முடிவில் உறைந்து விடுகிறதோ அதே போல் உப்பல் விரிவாக்கத்திலும் விசைகளுக்கு இடையேயான சமச்சீர்மை முடிவில் முறிபடும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். முறிபடாத சமச்சீர்மை நிலவரத்தின் கூடுதல் ஆற்றல் அப்போது வெளிவிடப்படும். அது விசைகளுக்கு இடையேயான சமச்சீர்மைக்குரிய முட்டு வெப்பநிலைக்குச் சற்றே குறைவான வெப்பநிலைக்கு அண்டத்திற்கு மறு வெப்பமூட்டும். அண்டம் அதற்கு மேல் தொடர்ந்து விரிவடைந்து குளிர்ச்சியடையும். இது வெப்ப பெருவெடிப்பு மாதிரியைப் போன்றதே. ஆனால் அண்டம் ஏன் துல்லியமாக முட்டு வீதத்தில் விரிவடைந்து கொண்டிருந்தது? என்பதற்கும் வெவ்வேறு வட்டாரங்கள் ஏன் ஒரே வெப்பநிலை

கொண்டிருந்தன? என்பதற்கும் இப்போது நமக்கு விளக்கம் கிடைக்கும்.

கத்தின் மூல முன்மொழியில் கட்ட இடைமாற்றம் திடீரென நிகழ்வதாகக் கொள்ளப்பட்டது. ஒரு வகையில் இது மிகக் குளிர்ந்த நீரில் பனிப் படிகங்கள் தோன்றுவதைப் போன்றதே. கொதிநீரால் சூழப்பட்ட நீராவிக் குமிழிகளைப் போல் முறிபட்ட சமச்சீர்மையின் புதிய கட்டக் குமிழிகள் பழைய கட்டத்தில் உருப்பெற்றிருக்கும் என்பதே கருத்து, முழு அண்டமும் புதிய கட்டத்தை அடையும் வரை குமிழிகள் விரிவடைந்து ஒன்றையொன்று சந்தித்துக் கொள்வதாகக் கொள்ளப்பட்டது. இதில் சங்கடம் என்னவென்றால், நானும் வேறு பலரும் சுட்டிக்காட்டியது போல், அண்டம் மிக வேகமாக விரிவடைந்து கொண்டிருப்பதால் குமிழிகள் ஒளியின் வேகத்தில் வளர்ந்தாலும் கூட அவை ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகிச் சென்று கொண்டிருக்கும், எனவே அவற்றால் இணைய முடியாமற்போகும். இதனால் அண்டம் ஒரே சீரில்லாத மிகவும் குழப்பமான நிலவரத்தை அடையும், அதன் சில வட்டாரங்கள் மட்டும் இன்னமும் வெவ்வேறு விசைகளிடையே சமச்சீர்மை கொண்டிருக்கும். அண்டத்தின் இத்தகைய மாதிரி நாம் காண்பதற்குப் பொருந்தி வராது .

நான் 1981 அக்டோபரில் குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் பற்றிய மாநாட்டில் கலந்து கொள்வதற்காக மாஸ்கோ சென்றேன்.

அம்மாநாட்டிற்குப் பிறகு ஸ்டெர்ன்பெர்க் வானியல் கழகத்தில் உப்பல் மாதிரி மற்றும் அதன் சிக்கல்கள் பற்றிக் கருத்துரை வழங்கினேன். மாஸ்கோவிலுள்ள லெபெடேல் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஆன்ட்ரை லிண்டே (Andrei linde) எனும் இளம் ருஷ்யரும் அந்த அவையில் இருந்தார். குமிழிகள் மிகப் பெரியவையாக இருந்து அண்டத்தின் நமது வட்டாரம் முழுவதும் ஒற்றைக் குமிழிக்குள் அடங்கியிருக்குமானால் குமிழிகள் இணையாமற்போகும் இடர்ப்பாட்டைத் தவிர்க்கக் கூடும் என்று அவர் சொன்னார். இது செயல்பட வேண்டுமானால், சமச்சீர்மையிலிருந்து முறிபட்ட சமச்சீர்மைக்கான மாற்றம் குமிழிக்குள் மிக மெதுவாக நடந்திருக்க வேண்டும். ஆனால் மகா ஒருங்கிணைப்புக் கோட்பாடுகளின்படி இது சாத்தியமே.

சமச்சீர்மை மெதுவாக முறிவடைதல் என்ற லிண்டேயின் கருத்து மிகச் சிறப்பானதுதான். ஆனால் அவரின் குமிழிகள் அந்நேரத்தில் அண்டத்தின் உருவளவை விடப் பெரியதாக இருந்திருந்திருக்க வேண்டும் என்பதை நான் பிற்பாடு உணர்ந்து கொண்டேன். இதற்குப் பதிலாக, சமச்சீர்மையானது குமிழிகளுக்குள் மட்டும் முறிபடுவதை விடவும் ஒரே நேரத்தில் எல்லா இடங்களிலும் முறிபட்டிருக்கும் என்று நான் காட்டினேன். இது நாம் நோக்குவதைப் போன்ற ஒரேசீரான அண்டத்திற்கு வழி வகுக்கும். இந்த மாதிரி, எப்படியும் மூலவடிவில், நுண்ணலைப் பின்னணிக் கதிர்வீச்சின்

வெப்பநிலையில் நோக்கியறியப்படுவதை விடவும் மிக அதிகமான மாறுபாடுகளை ஊகித்தறிந்தது என்று நானும் வேறு பலரும் மெய்ப்பித்தோம் அதற்குப் பிறகு நடைபெற்ற பணியும் தேவைப்பட்ட வகையிலான பெரிதும் முற்பட்ட அண்டத்தில் ஒரு கட்ட இடைமாற்றம் நிகழக் கூடுமா? என்பதில் ஐயமேற்படச் செய்தது. உப்பல் மாதிரி என்ற பெயரில் இன்னும் மேம்பட்ட ஒரு மாதிரியமைப்பை 1983 இல் லிண்டே முன்வைத்தார். இதில் கட்ட இடைமாற்றமோ அதிகுளிர்தலோ இல்லை. உப்பல் மாதிரியானது பல்வேறு கட்டமைப்புகளிலிருந்தே நம் அண்டம் தற்போதைய நிலையை அடைந்திருக்க வேண்டுமென காட்டியது. இவ்விதம், இன்று நாம் பார்ப்பது போன்ற அண்டத்திற்கு வழிவகுத்திருக்காத தொடக்கக் கோலங்கள் இருந்திருக்கத்தான் வேண்டும். ஆகவே நாம் நோக்கியறிவதிலிருந்து பெரிதும் மாறுபட்ட ஒன்றை உண்டாக்கக் கூடிய வகையில் தொடக்கக் கோலம் இல்லாமற்போனது ஏன் என்பதை உப்பல் மாதிரியும் கூட நமக்குச் சொல்வதில்லை. விளக்கம் பெறுவதற்காக மானுட மையக் கொள்கையின் பக்கம் திரும்ப வேண்டுமா? எல்லாமே வெறும் நல் வாய்ப்புதானா? இது நம்பிக்கையிழக்கச் சொல்லும் அறிவுரை போல் தோன்றும், அண்டத்தின் அடிநாதமான ஒழுங்கைப் புரிந்து கொள்ள முடியுமென்ற நமது எதிர்பார்ப்புகளை எல்லாம் மறுதலிப்பது போல் தோன்றும்.

குவாண்டம் ஈர்ப்பு

அண்டம் எவ்வாறு தொடங்கியிருக்க வேண்டும் என்பதை யூகித்தறிய வேண்டுமானால் காலத் தொடக்கத்தில் பொருந்தும்படியான விதிகள் தேவை. பாரம்பரிய பொதுச் சார்பியல் கோட்பாடு சரியானது என்றால், ரோஜர் பென்ரோசும் நானும் காலத் தொடக்கமானது வரையறுக்கயியலா அடர்த்தியும் வரையறுக்கயியலா வெளிகால வளைவும் கொண்ட ஒரு புள்ளியாக இருந்திருக்கும் என்பது மெய்ப்பித்த ஓர்மைப்புள்ளித் தேற்றங்களிலிருந்து தெரிய வருகிறது. அறியப்பட்ட அறிவியல் விதிகள் எல்லாம் இப்படி ஒரு புள்ளியில் செயலற்று விடும். ஓர்மைப்புள்ளிகளில் பொருந்தும் புதிய விதிகள் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்ளலாம்தான். ஆனால் மோசமாக நடந்து கொள்ளும் இத்தகைய புள்ளிகளில் இத்தகைய விதிகளை வகுத்துரைப்பதே கூட மிகக் கடினமாய் இருக்கும். அந்த விதிகள் என்னவாய் இருக்கக் கூடும் என்பதை அறிய நோக்காய்வுகளிலிருந்து நமக்கு எந்த வழிகாட்டுதலும் இருக்காது. ஆனால் ஓர்மைப்புள்ளித் தேற்றங்கள் உண்மையில் காட்டுவது என்னவென்றால், ஈர்ப்புப் புலம் வலு மிக்கதாகி குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் விளைவுகள் அதனால் முக்கியமாகின்றன. பாரம்பரிய கோட்பாடு இனியும் அண்டத்திற்கொரு நல்ல வர்ணனை ஆகாது. எனவே அண்டத்தின்

மிகவும் முற்பட்ட கட்டங்களைப் பற்றிப் பேச வேண்டுமானால் ஈர்ப்பியல் குவாண்டம் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும். காலத் தொடக்கம் உட்பட எங்கெங்கும் சாதாரண அறிவியல் விதிகள் பொருந்துவது குவாண்டம் கோட்பாட்டில் சாத்தியமே என்பதை நாம் பார்க்கத்தான் போகிறோம். ஓர்மைப்புள்ளிகளுக்காக புதிய விதிகளை அமைத்துக் கொள்ளத் தேவையில்லை. ஏனென்றால் குவாண்டம் கோட்பாட்டில் ஓர்மைப்புள்ளிகளேதும் இருக்க வேண்டியதில்லை.

குவாண்டம் இயங்கியலையும் ஈர்ப்பையும் இணைப்பதற்கு முழுமையானதும் முரணற்றதுமாகிய ஒரு கோட்பாடு இது வரை நம்மிடம் இல்லை. ஆனால் இத்தகைய ஓர் ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டுக்கு இருக்க வேண்டிய சில பண்புக் கூறுகளை நாம் ஓரளவு உறுதியாகவே அறிந்துள்ளோம். ஒன்று என்னவென்றால், கூட்டுத் தொகையான வரலாறுகள் என்கிற வகையில் கற்றைக் கோட்பாட்டை வகுத்துரைக்க வேண்டுமென்ற ஃபெய்மேனின் முன்மொழிவை இக்கோட்பாடு தன்னுள் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த அணுகுமுறையில் ‘அ’ என்ற இடத்திலிருந்து ‘ஆ’ என்ற இடத்துக்கு செல்லும் ஒரு துகளுக்குத் பாரம்பரிய கோட்பாட்டில் இருக்கக் கூடியது போல் ஒற்றை வரலாறு மட்டும் இருக்காது. இதற்கு பதிலாக அது வெளி-காலத்தில் சாத்தியமான ஒவ்வொரு பாதையிலும் செல்வதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த வரலாறுகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் உரியவையாக இரு எண்கள் உள்ளன.

ஒன்று ஓர் அலையின் உருவளவைக் குறிப்பதாகும். மற்றொன்று சுழற்சியிலான அதன் நிலையை அல்லது கட்டத்தை குறிப்பதாகும்.

துகள் ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளி வழியாகச் செல்லும் நிகழ்தகவைக் கண்டறிய வேண்டுமானால், அந்தப் புள்ளி வழியாகச் செல்லும் ஒவ்வொரு சாத்தியமான வரலாற்றுக்கும் உரிய அலைகளைக் கூட்டிச் சேர்க்க வேண்டும். ஆனால் உள்ளபடியே இந்தக் கூட்டல் கணக்குகளைச் செய்ய முயலும் போது கடும் செய்நுட்பச் சிக்கல்கள் எதிர்ப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர்ப்பதற்கு ஒரே வழி பின்வரும் வினோதமான கட்டளைதான். துகள் வரலாறுகளை அறிய அலைகளைக் கூட்டிச் சேர்த்தாக வேண்டும், இந்த வரலாறுகளோ நானும் நீங்களும் அனுபவிக்கும் “மெய்யான” காலத்தில் அல்லாமல் கற்பனைக் காலம் என்று அழைக்கப்படுவதில் நடைபெறுகின்றன.

கற்பனைக் காலம் என்பது அறிவியல் புனை கதை போல் தோன்றலாம். ஆனால் உண்மையில் இது நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட கணக்கியல் கருத்தமைவே ஆகும். இந்த தொழில்நுட்ப சிக்கல்களைத் தவிர்க்க ஃபெய்ன்மேன் வரலாறுகளின் கணக்கில், ஒருவர் கற்பனை நேரத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இது விண்வெளி நேரத்தில் ஒரு சுவாரஸ்யமான விளைவைக் கொண்டிருக்கிறது. காலம் மற்றும் வெளிக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடு முற்றிலும் மறைந்துவிடும்.

கால ஒருங்கிணைப்பின் கற்பனை மதிப்புகளைக் கொண்ட நிகழ்வுகள் யூக்ளிடியன் என்று கூறப்படுகிறது, ஏனெனில் மெட்ரிக் நேர்மறை திட்டவட்டமானது.

யூக்ளிடியன் வெளி-காலத்தில் விண்வெளியில் கால திசைக்கும் வெளி திசைக்கும் வித்தியாசம் இல்லை. மறுபுறம், உண்மையான விண்வெளி நேரத்தில், நேர ஒருங்கிணைப்பின் உண்மையான மதிப்புகளால் நிகழ்வுகள் பெயரிடப்பட்டால், வித்தியாசத்தை சொல்வது எளிது. காலத் திசை ஒளிக் கூம்பிற்குள்ளும், வெளித் திசைகள் புறத்திலும் அமைந்துள்ளன. கற்பனை நேரத்தைப் பயன்படுத்துவதை ஒரு கணித சாதனத்தையோ அல்லது தந்திரத்தையோ பயன்படுத்தி உண்மையான விண்வெளி நேரத்தைப் பற்றிய பதில்களைக் கணக்கிடலாம். இருப்பினும், அதை விட அதிகமாக இருக்கலாம். யூக்ளிடியன் வெளி-காலம் என்பது அடிப்படைக் கருத்து. மற்றும் உண்மையான விண்வெளி நேரம் என்று நாம் நினைப்பது நமது கற்பனையின் ஒரு உருவம் மட்டுமே.

அண்டத்தில் ஃபெய்ன்மேனின் மொத்த வரலாறுகளைப் பயன்படுத்தும்போது, இப்போது முழு அண்டத்தின் வரலாற்றைக் குறிக்கும் ஒரு முழுமையான வளைந்த வெளி காலம் என்பது ஒரு துகள் வரலாற்றின் ஒப்புமை ஆகும். மேலே குறிப்பிட்டுள்ள தொழில்நுட்ப காரணங்களுக்காக, இந்த வெளி கால வளைவுகள் யூக்ளிடியன் என்று எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும். அதாவது,

நேரம் கற்பனையானது மற்றும் விண்வெளியில் உள்ள திசைகளிலிருந்து பிரித்தறிய முடியாதது. சில குறிப்பிட்ட சொத்துக்களுடன் ஒரு உண்மையான விண்வெளி நேரத்தைக் கண்டறிவதற்கான நிகழ்தகவைக் கணக்கிட, அந்த சொத்துக்களைக் கொண்ட கற்பனை நேரத்தில் அனைத்து வரலாறுகளுடனும் தொடர்புடைய அலைகளை ஒருவர் கூட்டுவதன் மூலம் அண்டத்தின் சாத்தியமான வரலாறு உண்மையான நேரத்தில் என்னவாக இருக்கும் என்பதை கண்டுபிடிக்க முடியும்.

எல்லை இல்லாத நிலை

பாரம்பரிய ஈர்ப்பியல் கோட்பாட்டில், அண்டம் நடந்து கொள்ளக் கூடிய சாத்தியமான வழிகள் இரண்டே இரண்டுதான். ஒன்று, அது வரையறுக்க இயலா காலத்திற்கு இருந்திருக்க வேண்டும் அல்லது கடந்தகாலத்தில் ஏதோ ஒரு திட்டமான நேரத்தில் ஓர் ஒர்மைப்புள்ளியில் அதற்கொரு தொடக்கம் இருந்திருக்க வேண்டும். மறுபுறம் ஈர்ப்பியல் குவாண்டம் கோட்பாட்டில் மூன்றாவது சாத்தியப்பாடு எழுகிறது. காலத் திசை வெளித் திசைகளுக்குரிய அதே அடிப்படையில் அமையும்படியான யூக்லிடிய வெளி-காலங்களைப் பயன்படுத்துகிற காரணத்தால் வெளி-காலம் நீட்சியில் வரம்புள்ளதாக இருந்த போதிலும் எல்லை அல்லது விளிம்பாக அமைந்த ஓர்மைப்புள்ளிகள் ஏதுமற்றிருப்பது சாத்தியமே. கூடுதலாக இரு பரிமாணங்கள் உண்டு என்பதைத் தவிர வெளி-காலம் பூமி பரப்பைப் போன்றதாக இருக்கும். பூமிப் பரப்பு நீட்சியில் வரையறுக்க பட்டுள்ளது. ஆனால் அதற்கு எல்லையோ விளிம்போ இல்லை. நீங்கள் சூரிய மறைவை நோக்கிக் கடற்பயணம் செய்தால் விளிம்பிலிருந்து விழுந்து விடுவதில்லை அல்லது ஒர்மைப்புள்ளிக்குள் சென்று விடுவதில்லை. உலகைச் சுற்றியவன் என்பதால் எனக்கு இது தெரியும்.

யூக்லிடிய வெளி-காலம் பின்னோக்கி நீண்டு வரையறுக்க இயலாக் கற்பனைக் காலம் வரை சென்றால் அல்லது கற்பனைக் காலத்தில் ஓர் ஓர்மைப்புள்ளியில் தொடங்கினால் பாரம்பரிய கோட்பாட்டில் போலவே அண்டத்தின் தொடக்க நிலவரத்தைக் குறித்துரைக்கும் அதே சிக்கல் உள்ளது. அண்டம் எப்படித் தொடங்கியது என்று கடவுளுக்குத் தெரிந்திருக்கலாம். ஆனால் அது அப்படித் தொடங்காமல் இப்படித்தான் தொடங்கியது என்று நினைப்பதற்கு நம்மால் குறிப்பான காரணம் ஏதும் தர முடியாது. மறுபுறம் ஈர்ப்பியல் குவாண்டம்க் கோட்பாடு ஒரு புதிய சாத்தியப்பாட்டைத் திறந்து விட்டுள்ளது. இதில் வெளி- காலத்திற்கு எல்லையேதும் இருக்காது. எனவே எல்லையிலான நடப்பைக் குறித்துரைக்க வேண்டிய தேவையேதும் இருக்காது. அறிவியல் விதிகள் செயலற்றுப் போகும்படியான ஓர்மைப்புள்ளியேதும் இருக்காது. வெளி-காலத்துக்கு எல்லை நிலைமைகளைக் குறிக்கச் சொல்லி கடவுளிடமோ ஏதேனும் புதிய விதியிடமோ நாம் மன்றாடிக் கேட்பதைத் தேவைப்படுத்தும்படியான வெளி-கால விளிம்பு ஏதும் இருக்காது. இப்படி வேண்டுமானாலும் சொல்லலாம், “அண்டத்தின் எல்லை நிலைமை என்பது அதற்கு எல்லையே இல்லை என்பதுதான்” அண்டம் முற்றிலும் தன்னிறைவானதாக (self-contained) இருக்கும். அது தனக்குப் புறத்தே இருக்கக் கூடிய எதனாலும் பாதிக்கப்படாது.

அது ஆக்கப்படாது, அழிக்கவும்படாது. அது இருக்கும், அவ்வளவுதான்.

முன்னர் குறிப்பிட்ட வாடிகனில் நடந்த மாநாட்டில்தான், காலமும் வெளியும் சேர்ந்து உருவளவில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள, ஆனால் எல்லையோ விளிம்போ ஏதுமற்ற ஒரு பரப்பாக அமைகின்றன என்ற கருத்தை முதன் முதலாக முன்வைத்தேன். ஆனால் என் ஆய்வுக் கட்டுரை சற்றே கணக்கியல் சார்ந்ததாக இருந்தது. எனவே அண்டத்தின் படைப்பில் கடவுளுக்குரிய பங்கு பற்றிய கருத்தின் மீது அது ஏற்படுத்தக் கூடிய விளைவுகளை அப்போது பொதுவாக யாரும் இன்னவை என்று தெரிந்து கொள்ளவில்லை. இதுவும் என் நன்மைக்கே. வாடிகன் மாநாடு நடைபெற்ற நேரத்தில் எனக்கு அண்டத்தைப் பற்றிய யூகங்களைச் செய்ய “எல்லையில்லை” கருத்தை எப்படிப் பயன்படுத்திக் கொள்வதெனத் தெரியாது. அடுத்து வந்த கோடை காலத்தை சாந்தா பார்பராவில் கலிபோர்னியா பல்கலைக்கழகத்தில் கழித்தேன். அங்கே என் நண்பரும் கூட்டாளியுமான ஜிம் ஹாட்றில்(Jim Hartle) என்னோடு சேர்ந்து வெளி காலத்துக்கு எல்லையில்லா விட்டால் என்ன நிபந்தனைகளை அண்டம் நிறைவு செய்தாக வேண்டும் என்று வகுத்துரைத்தார்.

வெளியும் “எல்லையில்லாமல்” வரையறுக்கப்பட்டுள்ளதாக இருக்கும் என்ற கருத்து வெறும் முன்மொழிவுதான் என்பதை நான் வலியுறுத்த விரும்புகிறேன். வேறு ஏதோ ஒரு கோட்பாட்டிலிருந்து இதனை வருவிக்க முடியாது, வேறு எந்த அறிவியல் கோட்பாட்டையும் போலவே இதுவும் தொடக்கத்தில் அழகியல் அல்லது ஆன்மிகக் காரணங்களுக்காக முன்வைக்கப்படலாம். ஆனால் அது நோக்காய்வுகளோடு ஒத்துப்போகும். ஆனால் குவாண்டம் ஈர்ப்பைப் பொறுத்த வரை இதை உறுதி செய்வது இரு காரணங்களால் கடினம். முதலாவதாக, பொதுச் சார்பியலையும் குவாண்டம் இயங்கியலையும் வெற்றிகரமாக இணைக்கிற ஒரு கோட்பாடு கொண்டிருக்க வேண்டிய வடிவம் பற்றி நமக்கு நிறையவே தெரியுமென்றாலும் அந்தக் கோட்பாடு துல்லியமாக எதுவென்று இதுவரை நமக்கு உறுதியாகத் தெரியவில்லை. இரண்டாவதாக, முழு அண்டத்தையும் விவரமாக வர்ணிக்கிற எந்த மாதிரியும் நமக்குக் கணக்கியல் வகையில் மிகவும் சிக்கலானதாக இருக்கும் என்பதால் நம்மால் துல்லியமான யூகங்களைக் கணக்கிட்டுச் சொல்ல முடியாமற் போகும். எனவே எளிமைப்படுத்துவதற்கான அனுமானங்களையும் தோராய மதிப்பீடுகளையும் செய்யத்தான் வேண்டும் அப்போதுங்கூட ஊகங்களை வடிப்பதில் உள்ள சிக்கல் வெல்லற்கரியதாகவே இருந்து வருகிறது.

“எல்லையின்மை” கொள்கையின் (No boundry proposal) கீழ் அண்டமானது சாத்தியமான வரலாறுகளில் பெரும்பாலானவற்றின் வழிச் செல்வதாகக் காணப்படும் வாய்ப்பு சொற்பமே என்பதை அறிகிறோம். ஆனால் மற்ற வரலாறுகளைக் காட்டிலும் வெகு அதிக நிகழ்தகவுள்ள வரலாறுகளின் குறிப்பிட்ட குடும்பம் ஒன்று உள்ளது. இந்த வரலாறுகளைப் புவிப்பரப்பு போல் இருப்பதாகச் சித்திரிக்கலாம். வட துருவத்திலிருந்தான தொலைவு கற்பனைக் காலத்தையும் வட துருவத்திலிருந்தான மாறாத் தொலைவு வட்டத்தின் உருவளவு அண்டத்தின் வெளி உருவளவையும் குறிக்கின்றன. அண்டம் வட துருவத்தில் ஒற்றைப் புள்ளியாகத் தொடங்குகிறது. ஒருவர் தெற்கே செல்லச் செல்ல வட துருவத்திலிருந்து மாறாத் தொலைவிலான வட்டத்தின் உருவளவு அண்டத்தின் வெளி உருவளவையும் குறிக்கும். அண்டம் நடுக்கோட்டில் அதிகபட்ச உருவளவை அடைந்து, அண்டம் கற்பனைக் காலத்தோடு கூட சுருங்கிச் சென்று தென் துருவத்தில் ஒற்றைப் புள்ளியை அடையும். அண்டத்தின் உருவளவு வட, தென் துருவங்களில் சுழியமாகவே இருக்கும் என்றாலுங்கூட புவியின் வட, தென் துருவங்களைப் போலவே இந்தப் புள்ளிகளும் ஓர்மைப்புள்ளிகளாக இருக்காது. அறிவியல் விதிகள் பூமியின் வட, தென் துருவங்களில் போலவே இந்தப் புள்ளிகளில் செல்லுபடியாகும்.

இருப்பினும் அண்டத்தின் மெய்க் கால வரலாறு பெரிதும் மாறுபட்டுத் தோற்றமளிக்கும். கற்பனை கால வரலாற்றில் அதற்கொரு குறைந்தபட்ச உருவளவு இருக்கும். பிறகு வரும் மெய்க் காலங்களில் குழப்ப உப்பல் மாதிரியமைப்பைப் போல் அண்டம் விரிவடையும். ஆனால் அண்டம் எப்படியோ சரியான வகைப்பட்ட நிலவரத்தில் ஆக்கப்பட்டதாக இப்போது அனுமானம் செய்து கொள்ள வேண்டி இருக்காது. அண்டம் விரிவடைந்து சென்று மிகப் பெரும் உருவளவை அடையும், முடிவில் மறுதகர்வுற்று மெய்க் காலத்தில் ஓர்மைப்புள்ளி போல் காட்சியளிப்பதாகி விடும். இவ்வாறு ஒரு வகையில் பார்த்தால், நாம் கருந்துளைகளிலிருந்து விலகியிருந்தால் கூட நாம் எல்லோரும் அழிவது உறுதி. கற்பனைக் காலம் என்ற அடிப்படையில் அண்டத்தைச் சித்திரிக்கக் கூடுமானால் மட்டுமே ஓர்மைப்புள்ளிகள் ஏதும் இருக்காது.

பாரம்பரிய சார்பியல் கோட்பாட்டின் படி அண்டத்திற்கு ஒரு தொடக்கம் உண்டு. அதை நாம் குவாண்டம் கோட்பாட்டால் விளக்குகிறோம். அண்டம் கற்பனைக் காலத்தில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளதாக இருந்தாலும் எல்லைகளோ ஓர்மைப்புள்ளிகளோ அற்றதாய் இருக்கக் கூடும் என்ற கருத்து பிறந்தது. ஆனால் நாம் வாழும் மெய்க் காலத்திற்குத் திரும்பிச் சென்றால் அப்போதும் ஓர்மைப்புள்ளிகள் இருப்பதாகத் தோன்றும். கருந்துளையுள் விழும் நமது பரிதாபத்திற்குரிய விண்ணோடி

இப்போதும் துன்பமான முடிவையே அடைவார். அவர் கற்பனைக் காலத்தில் வாழ்ந்தால் மட்டுமே ஓர்மைப்புள்ளிகள் எதிர்ப்படாது.

கற்பனைக் காலம் எனச் சொல்லப்படுவது உண்மையிலேயே மெய்க் காலம்தான் என்றும், மெய்க் காலம் என்று நாம் அழைப்பது நம் கற்பனைகளில் ஒரு துணுக்கு மட்டுமே என்றும் இது எண்ணச் செய்திடலாம். மெய்க் காலத்தில், அண்டத்துக்கு ஓர்மைப்புள்ளிகளில் வெளி-காலத்துக்கு எல்லையாக அமைகிறவையும் அறிவியல் விதிகள் செயலற்றுப் போகும் நிலைமைகளுமான ஓர்மைப்புள்ளிகளில் ஒரு தொடக்கமும் முடிவும் உள்ளது. ஆனால் கற்பனைக் காலத்தில் ஓர்மைப்புள்ளிகளோ எல்லைகளோ ஏதுமில்லை. எனவே நாம் கற்பனைக் காலம் என்றழைப்பது உண்மையில் இன்னும் கூட அடிப்படையுள்ளதாக இருக்கலாம், நாம் மெய்க் காலம் என்றழைப்பது நம் சிந்தனையில் அண்டம் எப்படி இருக்கிறது என்பதை எடுத்துரைப்பதற்கு உதவியாக நாம் கண்டுபிடித்துச் சொல்லும் ஒரு கருத்தே தவிர வேறல்ல என்பதாகவும் இருக்கலாம். ஆனால் முதல் சொற்பொழிவில் நான் விவரித்த அணுகுமுறையின்படி ஓர் அறிவியல் கோட்பாடு என்பது நமது நோக்காய்வுகளை எடுத்துரைக்க நாம் உருவாக்கிக் கொள்ளும் ஒரு கணக்கியல் மாதிரியே தவிர வேறல்ல. அது நமது மனத்தில் மட்டும் இருக்கின்ற ஒன்று. ஆகவே எது உண்மை, “மெய்” காலமா?

“கற்பனை” காலமா? என்று கேட்பது பொருளற்றது. இவற்றுள் எது அதிகப் பயனுள்ள விளக்கம் என்பதுதான் பிரச்சினை.

எல்லையின்மைக் கொள்கையின் அடிப்படையில் மேற்கொண்டு செய்யப்படும் யூகங்கள் இப்போது வகுத்துரைக்கப்பட்டு வருகின்றன. முற்பட்ட அண்டத்தில் ஒரே சீரான அடர்த்தியிலிருந்து நேரிட்ட சிறு விலகல்களின் அளவு குறிப்பாகக் கருத்துக்குரிய ஒரு சிக்கலாகும். இந்த விலகல்களே முதலில் திரள்களும், பிறகு விண்மீன்களும், இறுதியில் நாமும் உருவாகக் காரணமாய் இருந்தன. துகள்களின் நிலைகளிலும் திசைவேகங்களிலும் சில உறுதியின்மைகள் அல்லது ஏற்றவற்றங்கள் இருந்திருக்க வேண்டுமாதலால் முற்பட்ட அண்டம் முழுக்க முழுக்க ஒரே சீரானதாய் இருந்திருக்க முடியாது என்று உறுதியின்மைக் கொள்கை குறித்திடுகிறது. எல்லையின்மைக் கொள்கையை நாம் பயன்படுத்துகையில், உண்மையில் அண்டமானது உறுதியின்மைக் கொள்கை அனுமதிக்கிற சாத்தியமான குறைந்தபட்ச சீரின்மையோடு மட்டும் தொடங்கியிருக்க வேண்டும் எனக் காண்கிறோம்.

பிறகு அண்டமானது உப்பல் மாதிரிகளை போலவே ஒரு துரித விரிவாக்கக் காலத்திற்கு உள்ளாகியிருக்கும். இந்தக் காலக் கட்டத்தில் தொடக்கக் காலத்திய சீரின்மைகள் பெருகியிருக்கும். நாம் நம்மைச் சுற்றி நோக்குகிற கட்டமைப்புகளின் பிறப்புக்கு விளக்கமளிக்கப்

போதிய அளவுக்கு அவை பெரிதாகும் வரை இது தொடர்ந்திருக்கும். எனவே அண்டத்திற்கு எல்லையின்மை நிலைமையும் குவாண்டம் இயங்கியலின் உறுதியின்மைக் கொள்கையும் சேர்ந்து அண்டத்தில் நாம் காணும் சிக்கலான கட்டமைப்புகள் அனைத்துக்கும் விளக்கமாக அமையக் கூடும்.

வெளியும் காலமும் எல்லையில்லாத மூடிய பரப்பாக அமையலாம் என்ற கருத்து அண்ட விவகாரங்களில் கடவுள் வகிக்கும் பங்கின் மீதும் கூட ஆழ்ந்த விளைவுகளைக் கொண்டிருக்கிறது. நிகழ்ச்சிகளை எடுத்துரைப்பதில் அறிவியல் கோட்பாடுகள் வெற்றி பெற்றுள்ள நிலையில், கடவுள் சில பல விதிகளின்படி அண்டப் படிமலர்ச்சியை அனுமதிக்கிறார் என்றும் அவர் அண்டத்தில் குறுக்கிட்டு இந்த விதிகளை மீறுவதில்லை என்றும் பெரும்பாலானவர்கள் நம்பும் நிலைக்கு வந்துள்ளார்கள். ஆனால் இவ்விதிகள் அண்டம் தொடங்கிய போது அது எப்படிக் காட்சியளித்திருக்க வேண்டும் என நமக்குச் சொல்வதில்லை. அதாவது காலக் கடிகாரத்துக்குச் சாவி கொடுப்பதும் அதனை எப்படி ஓட விடுவது என்று தேர்வதும் இப்போதும் கடவுளுக்குரியனவாகவே இருக்கும். அண்டத்துக்கு ஒரு தொடக்கம் இருக்கும் வரை அதற்கொரு படைப்பாளி உண்டென்று நாம் வைத்துக் கொள்ளக் கூடும். ஆனால் உண்மையிலேயே அண்டம் எல்லையோ விளிம்போ இல்லாமல் முற்ற முழுக்கத் தன்னிறைவு

கொண்டதாக இருந்தால் அதற்குத் தொடக்கமோ முடிவோ இருக்காது. அது இருக்கும், அவ்வளவுதான். அப்படியானால் படைத்தவர் ஒருவருக்கு ஏது இடம்?

ஆறாவது சொற்பொழிவு

காலத்தின் திசை

எல்.பி.ஹார்ட்லி (L.P.Hartley) என்பவர் தனது இடையீட்டாளர் (The go between) என்ற நூலில் கடந்த காலம் அயன்மையானது என்று குறிப்பிட்டிருந்தார். கடந்தகாலத்துக்கும் எதிர்காலத்துக்கும் இடையிலான இந்த வேறுபாடு எங்கிருந்து வருகிறது? கடந்தகாலத்தை நினைவு வைத்திருக்கிற நாம் எதிர்காலத்தை ஏன் நினைவு வைத்திருப்பதில்லை? இதற்கும் அண்ட விரிவாக்கத்துக்கும் ஏதேனும் தொடர்பு உண்டா?

C,P,T

அறிவியல் விதிகள் கடந்தகாலத்தையும் எதிர்காலத்தையும் வேறுபடுத்திப் பார்ப்பதில்லை. இன்னும் சரியாகச் சொல்வதென்றால் ஏற்கெனவே விளக்கியபடி C,P,T என அறியப்படும் செயற்பாடுகளின் கூட்டிணைவின் கீழ் அறிவியல் விதிகள் மாறாமல் உள்ளன. (C என்பது எதிர்த்துகள்களுக்குத் துகள்களை மாற்றிக் கொள்வதைக் குறிக்கும், P என்பது இடதும் வலதும் மாறிப் போகும் ஆடிப் படிமத்தை எடுத்துக் கொள்வதைக் குறிக்கும், T என்பது எல்லாத் துகள்களின் இயக்கத்தை எதிர்மாறாக்குவதைக் குறிக்கும். அதாவது செயலளவில் இயக்கத்தைப் பின்னோக்கிச் செலுத்துவதைக் குறிக்கும்). இயல்பான எல்லாச் சூழல்களிலும் பருப்பொருள் நடந்து கொள்ளும் விதத்தை ஆளும் அறிவியல் விதிகளானவை C,P ஆகிய

இரு செயற்பாடுகளும் தாமாகச் சேர்ந்திணையும் போது மாறாது. வேறு வகையில் சொல்வதென்றால், வேற்றுக் கிரக வாசிகள் நம் ஆடிப் படிமங்களாக மட்டுமல்லாமல் பருப்பொருளுக்குப் பதிலாக எதிர்ப்பருப்பொருளால் ஆனவர்களாகவும் இருப்பார்களானால் அவர்களின் வாழ்க்கையும் இதே போலத்தான் இருக்கும். C,P,T செயற்பாடுகளின் கூட்டிணைவாலும், C&P கூட்டிணைவாலும் கூட அறிவியல் விதிகள் மாறாதிருந்தால் தனித்த T செயற்பாட்டாலும் அவை மாறாமல் இருந்தாக வேண்டும். எனினும் சாதாரண வாழ்க்கையில் மெய்க் காலத்தின் முன்னோக்கிய, பின்னோக்கிய திசைகளுக்கிடையே பெரும் வேறுபாடு உள்ளது. ஒரு தண்ணீர்க் கோப்பை மேசையிலிருந்து தரையில் விழுந்து துண்டு துண்டாக உடைந்து விடுவதாகக் கொள்வோம். இதை நீங்கள் படம் எடுத்தால் அது முன்னோக்கி ஓடுகிறதா, பின்னோக்கி ஓடுகிறதா என எளிதாகச் சொல்லி விடலாம். நீங்கள் அதைப் பின்னோக்கி ஓட விட்டால், துண்டுகள் தரையில் ஒன்றாகச் சேர்ந்து கொண்டு பின்னோக்கித் தாவி மேசையின் மீது முழுக் கோப்பையாக அமரக் காண்பீர்கள், இப்படி நடப்பதைச் சாதாரண வாழ்க்கையில் ஒரு போதும் காண்பதற்கில்லை என்பதால் படம் பின்னோக்கி ஓட விடப்படுகிறது என்று உங்களால் சொல்லி விட முடியும். இப்படி நிகழுமானால் கண்ணாடிப் பாத்திர உற்பத்தியாளர்கள் தங்கள் தொழிலை இழுத்து மூட வேண்டியதுதான்.

காலக்கணை (Arrow of time)

உடைந்த கோப்பைகள் தரையில் ஒன்று சேர்ந்து முழுக் கோப்பைகளாக மேசைக்குத் தாவுவதை நாம் ஏன் காண்பதில்லை என்பதற்கு வழக்கமாகக் கொடுக்கப்படும் விளக்கம் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி இதைத் தடை செய்து விலக்கி விடுகிறது என்பதுதான். மூடிய அமைப்பு எதனிலும் சீர்குலைவு அல்லது குலைதிறம் எப்போதும் காலத்தோடு சேர்ந்து அதிகரித்துச் செல்கிறது என்று இவ்விதி சொல்கிறது. வேறு முறையில் சொல்வதென்றால் இது ஒரு வகையான மர்ஃஃபி விதிதான் (Murphy's law). யாவும் எப்போதும் தவறாய்ப் போகப் பார்க்கின்றன. மேசையில் இருக்கும் முழுக் கோப்பை என்பது உயர்ந்த சீரொழுங்கு நிலையாகும். ஆனால் தரையில் கிடக்கும் உடைந்த கோப்பை என்பது சீர்குலைந்த நிலையாகும். கடந்தகாலத்தில் மேசையிலிருக்கும் கோப்பை என்பதிலிருந்து எதிர்காலத்தில் தரையில் கிடக்கும் உடைந்த கோப்பை என்பதற்கு உடனே சென்று விட முடியும். ஆனால் பின்னதிலிருந்து முன்னதற்குச் செல்ல முடியாது.

காலத்தோடு சேர்ந்து சீர்குலைவு அல்லது குலைதிறம் அதிகரிப்பது காலக் கணை என அழைக்கப்படும் ஒன்றிற்கான எடுத்துக்காட்டாகும். இது கடந்தகாலத்தை எதிர்காலத்திலிருந்து

வேறுபடுத்திக் காட்டி காலத்திற்கு ஒரு திசையைக் கொடுக்கிறது. குறைந்தது மூன்று வெவ்வேறு காலக் கணைகள் உள்ளன. முதலாவது வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை. இந்தக் காலத் திசையில்தான் சீர்குலைவு அல்லது குலைதிறம் அதிகரிக்கிறது. அடுத்து வருவது உளவியல் காலக் கணை, இந்தத் நிசையில்தான் காலம் செல்வதாக நாம் உணர்கிறோம். இந்தத் திசையில்தான் கடந்தகாலத்தை நினைவு வைத்திருக்கிற நாம் எதிர்காலத்தை நினைவு வைத்திருப்பதில்லை. கடைசியாக வருவது, அண்டவியல் காலக் கணை, இந்தக் காலத் திசையில்தான் அண்டம் சுருங்கிச் செல்லாமல் விரிவடைந்து செல்கிறது.

உளவியல் கணை என்பது வெப்ப இயக்கவியல் கணையால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது என்றும், இந்த இரண்டு கணைகளும் எப்போதும் ஒரே திசையில்தான் இருக்கும் என்றும் நான் வாதிடுவேன். அண்டத்திற்கு எல்லை இல்லை என்ற அனுமானத்தை ஒருவர் செய்தால், அவை ஒரே திசையில் சுட்டிக்காட்டாவிட்டாலும், காலத்தின் அண்டவியல் கணைகளுடன் தொடர்புடையவை. இருப்பினும், அண்டவியல் கணைகளுடன் அவர்கள் உடன்படும்போதுதான், அறிவார்ந்த மனிதர்கள் கேள்வி கேட்க முடியும் என்று நான் வாதிடுவேன். அண்டம் விரிவடையும் அதே திசையில் சீர்குலைவு ஏன் அதிகரிக்கிறது?

வெப்ப இயக்கவியல் கணை

முதலில் வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை பற்றிப் பேசுவோம். எப்போதுமே சீரொழுங்கான நிலை இருப்பதைக் காட்டிலும் சீர்குலைவான நிலை மிக அதிகமாக இருக்கின்றன என்ற உண்மையிலிருந்து வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி விளைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு படத்தைத் துண்டு துண்டாக வெட்டி அந்தத் துண்டுகளை ஒரு பெட்டியில் போட்டு வைத்திருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒரு முறையில், ஒரே ஒரு முறையில் அடுக்கினால் மட்டுமே அப்படத் துண்டுகள் ஒரு முழுப் படமாக அமையும். மறுபுறம் துண்டுகள் சீர்குலைவுற்றும் ஒரு படமாக அமையாதவாறும் அடுக்குவதற்கு ஏராளமான முறைகள் உள்ளன.

ஓர் அமைப்பு சிறு எண்ணிக்கையிலான சீரொழுங்கு நிலைகளில் ஒன்றிலிருந்து தொடங்குவதாகக் கொள்வோம். காலம் செல்லச் செல்ல அவ்வமைப்பு அறிவியல் விதிகளின்படிப் படிமலர்ச்சியடைந்து அதன் நிலை மாறும். பின்னொரு நேரத்தில், அவ்வமைப்பு சீரொழுங்கான நிலையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் சீர்குலைவுள்ள நிலையில் இருப்பதற்கான நிகழ்தகவே அதிகம். சீர்குலைவுற்ற நிலையில் அதிகம் என்பதே இதற்குக் காரணம். எனவே அமைப்பானது உயர்ந்த சீரொழுங்கு கொண்ட தொடக்க

நிலைமைக்குக் கீழ்ப்படியுமென்றால் அதில் சீர்குலைவு காலத்தோடு சேர்ந்து அதிகரிக்கும் போக்கு காணப்படும் .

ஒரு பெட்டியில் இருக்கும் துண்டுகள் தொடக்கத்திலேயே படமாக அமையத் தக்கவாறு சீரொழுங்கான முறையில் அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். பெட்டியைக் குலுக்கினால் துண்டுகள் வேறொரு முறையில் அடுக்கப்பட்டிருக்கும். அவை மிக அனேகமாகச் சீர்குலைவுற்ற முறையிலேயே அடுக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த முறையில் அவை முறையான படமாவதில்லை. அவை இன்னும் எத்தனையோ முறைகளில் இன்னுங்கூட சீர்குலைவாக அடுக்கப்படலாம் என்பதே காரணம். இப்போதுங்கூட சில சில துண்டுகள் சேர்ந்து படப் பகுதிகளாக அமையலாம். பெட்டியை எந்த அளவுக்குக் குலுக்குகிறீர்களோ, இந்தச் சேர்க்கைகள் கலைந்து போவதற்கும் துண்டுகள் அடியோடு குழம்பித் தாறுமாறாவதற்கும் அவை எவ்விதமான படமாகவும் அமையாது போவதற்குமே அந்த அளவுக்கு அதிக வாய்ப்பு உள்ளது. எனவே துண்டுகள் உயர்ந்த சீரொழுங்கு நிலைமையிலிருந்து தொடங்குதல் என்னும் தொடக்க நிபந்தனைக்குப் படிந்தால் அனேகமாய் அவற்றின் சீர்குலைவு காலம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கும்.

அண்டம் உயர்ந்த சீரொழுங்கு நிலையில் முடிவடைய வேண்டும் என்றும், ஆனால் அது எந்நிலையில் தொடங்கியது

என்பது ஒரு பொருட்டு இல்லை என்றும் கடவுள் முடிவு எடுத்ததாகக் கொள்வோம். முற்பட்டக் காலங்களில் அண்டம் அனேகமாகச் சீர்குலைவுற்ற நிலவரத்தில் இருக்கும். அதாவது காலம் செல்லச் செல்ல சீர்குலைவு குறைந்து செல்லும் என்று பொருள். இப்போது உடைந்த கோப்பைகள் ஒன்று சேர்ந்து முழுக் கோப்பையாகி மேசைக்குத் தாவக் காண்பீர்கள். ஆனால் இந்தக் கோப்பைகளை நோக்கிக் கொண்டிருக்கும் மனிதப் பிறவிகள் எவரும் காலம் செல்லச் செல்ல சீர்குலைவு குறைந்து செல்லும் அண்டத்தில் வாழ்ந்து கொண்டிருப்பார். இத்தகைய மனிதப் பிறவிகள் பின்னோக்கிச் செல்லும் உளவியல் காலக் கணையைக் கொண்டிருப்பர் என வாதிடுவேன். அதாவது எதிர்காலத்திய நிகழ்ச்சிகளை நினைவு வைத்துக் கொள்வார்கள், தங்கள் கடந்த காலத்திய நிகழ்ச்சிகளை நினைவு வைத்துக் கொள்ள மாட்டார்கள். கோப்பை உடையும் போது அவர்கள் அது மேசையில் இருப்பதை நினைவு வைத்துக் கொள்வார்கள், ஆனால் மேசையில் இருக்கும் போது தரையில் கிடப்பதை நினைவு வைத்துக் கொள்ள மாட்டார்கள்.

உளவியல் கணை

நினைவாற்றலைப் பற்றிப் பேசுவது சற்றே கடினம். ஏனென்றால் மூளை எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்று நமக்கு விவரமாகத் தெரியாது. ஆனால் கணினி நினைவாற்றல்கள் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன என்பதெல்லாம் நமக்குத் தெரிந்ததே. எனவே கணினிகளுக்கான உளவியல் காலக் கணை பற்றிப் பேசலாம். கணினிகளுக்கான கணையும் மனிதர்களுக்கான கணையும் ஒன்றே என்று வைத்துக் கொள்வது அறிவுக்குகந்தே என நினைக்கிறேன். இல்லையென்றால் நாளைய பங்கு விலைகளை நினைவு வைத்துக் கொள்ளக் கூடிய ஒரு கணினி இருந்தால் போதும், பங்குச் சந்தையில் சக்கை போடு போடலாம்.

அடிப்படையில் ஒரு கணினியின் நினைவாற்றல் என்பதற்கு இரண்டு நிலைகள் உள்ளன. அதிவேக கம்பி வளைய கடத்திகள் இதற்கு நல்ல உதாரணம் ஆகும். இதில் மின்னாற்றல் செலுத்தப்படும் போது, அவை எந்த தடையும் இல்லாததால் தொடர்ச்சியாக ஓடும். மறுபுறத்தில் மின் சக்தி செலுத்தப்படாவிட்டாலும் மின்னாற்றல் இல்லாமலே இந்த வளையம் மட்டும் இருக்கும். இந்த இரண்டு நினைவு நிலைகளை ‘ஒன்று’ மற்றும் ‘சுழியம்’ என வகைப்படுத்தலாம்.

நினைவகத்தில் ஒரு பதிவு செய்யப்படுவதற்கு முன்பு, நினைவகம் ஒன்று மற்றும் சுழியத்திற்கு சமமான நிகழ்தகவுகளுடன் ஒழுங்கற்ற நிலையில் உள்ளது. நினைவகம் நினைவில் கொள்ள வேண்டிய கணினியுடன் தொடர்பு கொண்ட பிறகு, அது அமைப்பின் நிலைக்கு ஏற்ப கண்டிப்பாக ஏதாவது ஒரு நிலையில் இருக்கும். இதனால், நினைவாற்றல் ஒழுங்கற்ற நிலையில் இருந்து ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட நிலைக்கு செல்கிறது. இருப்பினும், நினைவகம் சரியான நிலையில் உள்ளதா என்பதை உறுதி செய்ய, குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது அவசியம். இந்த ஆற்றல் வெப்பமாகச் சிதறி அண்டத்தில் சீர்கேட்டின் அளவை அதிகரிக்கிறது. நினைவாற்றல் வரிசை அதிகரிப்பதை விட இந்தக் சீர்குலைவு அதிகரிப்பு அதிகமாக இருப்பதைக் காட்டலாம். இவ்வாறு, ஒரு கணினி ஒரு பொருளை நினைவகத்தில் பதிவு செய்யும் போது, அண்டத்தில் உள்ள மொத்த சீர்குலைவுகளின் அளவு அதிகரிக்கிறது.

ஒரு கணினி கடந்த காலத்தை நினைவுபடுத்தும் நேரத்தின் திசையானது சீர்குலைவு அதிகரிக்கும் அதே திசையாகும். காலத்தின் திசையை பற்றிய நமது அகநிலை உணர்வு, காலத்தின் உளவியல் கணை, காலத்தின் வெப்ப இயக்கவியல் கணைகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது என்பதே இதன் பொருள். இது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியை கிட்டத்தட்ட அற்பமானதாக ஆக்குகிறது. ஒழுங்கின்மை காலப்போக்கில் அதிகரிக்கிறது,

ஏனென்றால் எந்த திசையில் சீர்குலைவு அதிகரிக்கிறது என்பதை நாம் காலத்தை அளவிடுகிறோம். அதைவிட பாதுகாப்பான பந்தயம் உங்களுக்கு இருக்க முடியாது.

அண்டத்தின் எல்லை நிலை

ஆனால் வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை என்ற ஒன்றே இருக்க வேண்டும் என்பது ஏன்? அல்லது வேறு வகையில் சொல்வதென்றால் காலத்தின் ஒரு முனையில், கடந்தகாலம் என்று நாம் அழைக்கின்ற முனையில் அண்டம் ஏன் உயர்ந்த சீரொழுங்கு கொண்ட நிலையில் இருக்க வேண்டும்? அது ஏன் எல்லா நேரங்களிலும் முழுமையான சீர்குலைவுற்ற நிலையில் இருப்பதில்லை? கடைசியாகப் பார்த்தால், இதற்கே அதிக நிகழ்தகவு இருப்பதாகத் தோன்றக் கூடும். சீர்குலைவு அதிகரித்துச் செல்லும் காலத் திசையும் அண்டம் விரிவடைந்து செல்லும் காலத் திசையும் ஒன்றாகவே இருப்பது ஏன்? ஆனால் கடவுள் மொத்த அண்டத்தையும் சீராக, மெதுவாக, வரிசைப்படி படைத்தார் என்று நம்பும் சாத்தியமும் இதில் உண்டு. ஆனால் அதற்கு ஏன் அவர் அவ்வாறு செய்தார் என்றும், அண்டத்தின் தொடக்கத்தை பற்றியும் நாம் கேள்வி எழுப்பாமல் விட்டு விட வேண்டும்.

அண்டமானது சரியாக வடிவமைக்கப்பட்ட விதிகளின் படி சுழல்வதாக தான் தோன்றுகிறது. இது கடவுளால் உருவாக்கப்பட்டும் இருக்கலாம், உருவாக்கப்படாமலும் இருந்திருக்கலாம். ஆனால் அவற்றை நம்மால் கண்டறிந்து புரிந்துகொள்ள முடியுமென்றே தோன்றுகிறது. அண்டத்தின் தொடக்கத்திலும் இதனையொத்த

விதிகள் இருந்திருக்குமா என்ற கேள்வி நம்புவதற்கு காரணமற்றதாக உள்ளது. பாரம்பரிய சார்பியல் கோட்பாட்டில் அண்டத்தின் தொடக்கமானது வெளி கால வளைவில் வரையறுக்க முடியாத அடர்த்தியுடன் கூடிய ஓர் ஓர்மைப்புள்ளியிலிருந்து தோன்றியது. ஆனால் ஓர்மைப்புள்ளியின் போது நம்முடைய அனைத்து இயற்பியல் விதிகளும் செயலற்று விடும். எனவே அந்த விதிகளை பயன்படுத்தி அண்டத்தின் தொடக்கம் எப்படி நடந்தது என கணிக்க இயலாது.

அண்டமானது சரளமாக, ஒழுங்கான நிலையில் தொடங்கியிருக்க கூடுமானால், இவை நம்மை நாம் நோக்காயும் ஒழுங்கமையப்பட்ட வெப்ப இயக்கவியல் மற்றும் அண்டவியல் காலக்கணை கோட்பாட்டுக்கு இட்டு செல்லும். ஆனால் அண்டமானது ஒழுங்கமையப்படாத வகையில் தொடங்கியிருந்தால் அண்டம் ஏற்கனவே ஒழுங்கமையாத நிலையில் தான் இருக்கும். எனவே ஒழுங்கின்மை காலத்தை பொறுத்து அதிகரிக்காது. இவை நிலையாகவே இருக்கலாம் அல்லது அவை குறையலாம். இந்த சூழலில் எந்த ஒழுங்கமையப்பட்ட வெப்ப இயக்கவியல் காலக்கணையும் அண்டவியல் கணைக்கு எதிர் திசையில் குறிக்கப்படும். இந்த இரண்டு சாத்தியக்கூறுகளும் நம் நோக்காய்வுகளோடு ஒத்துப்போவதில்லை.

நான் முன்பே கூறியது போல பாரம்பரிய பொது சார்பியல் கோட்பாடு அண்டம் வெளி கால வளைவு வரையறுக்க இயலாததாக உள்ள ஓர்மைப்புள்ளியிலிருந்தே தொடங்குகிறது என கூறுகிறது. உண்மையில் பாரம்பரிய பொதுசார்பியல் இந்த கணிப்பின் மூலம் தனக்கான குழியை தானே தோண்டி கொள்கிறது எனலாம். வெளி கால வளைவு அதிகமாகும் போது குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் விளைவுகள் முக்கியத்துவம் பெற்று பாரம்பரிய பொது சார்பியல் அண்டத்திற்கு நல்ல விளக்கமாக நின்று விடும். குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் கோட்பாட்டை புரிந்துகொள்வதன் மூலம் அண்டத்தின் தொடக்கத்தையும் புரிந்துகொள்ள முடியும்.

குவாண்டம் ஈர்ப்பியல் கோட்பாட்டில், அண்டத்தின் சாத்தியமான அனைத்து வரலாறுகளையும் ஒருவர் கருதலாம். ஒவ்வொரு வரலாற்றுடனும் தொடர்புடைய இரண்டு எண்கள் உள்ளன. ஒன்று அலையின் அளவையும் மற்றொன்று அலையின் கட்டத்தையும் குறிக்கிறது. அதாவது அலை ஒரு முகட்டில் இருந்தாலும் அல்லது பள்ளத்தில் இருந்தாலும் அண்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பைக் கொண்டிருப்பதற்கான நிகழ்தகவு, அந்தச் பண்புடன் அனைத்து வரலாறுகளுக்கும் அலைகளைக் கூட்டுவதன் மூலம் வழங்கப்படுகிறது. காலப்போக்கில் வளைந்த வெளிகள் அண்டத்தின் பரிணாம வளர்ச்சியைக் குறிக்கும் வரலாறுகளாக இருக்கும். அண்டத்தின் சாத்தியமான வரலாறுகள் கடந்த காலத்தில்

வெளி காலத்தின் எல்லையில் எவ்வாறு செயல்படும் என்பதை ஒருவர் இன்னும் சொல்ல வேண்டும். கடந்த காலத்தில் அண்டத்தின் எல்லை நிலைகளை நாம் அறியவும் முடியாது. இருப்பினும், அண்டத்தின் எல்லை நிலை அதற்கு எல்லையே இல்லை என்பதன் மூலம் இந்த சிரமத்தைத் தவிர்க்கலாம். வேறு வார்த்தைகளில் கூறுவதானால், சாத்தியமான அனைத்து வரலாறுகளும் எல்லைக்குட்பட்டவை, ஆனால் எல்லைகள், விளிம்புகள் அல்லது ஒருமைப்பாடுகள் இல்லை. அவை பூமியின் மேற்பரப்பைப் போன்றது, ஆனால் இன்னும் இரண்டு பரிமாணங்களுடன், வெளி-காலத்தின் வழக்கமான மென்மையான புள்ளியாக இருக்கும். இதன் பொருள் அண்டம் அதன் விரிவாக்கத்தை மிகவும் மென்மையான மற்றும் ஒழுங்கான நிலையில் தொடங்கியிருக்கும் என்பதாகும். குவாண்டம் கோட்பாட்டின் உறுதியின்மை கொள்கையை மீறும் என்பதால் இது முற்றிலும் சீரானதாக இருந்திருக்க முடியாது. துகள்களின் அடர்த்தி மற்றும் வேகங்களில் சிறிய ஏற்ற இறக்கங்கள் இருக்க வேண்டும். எவ்வாறாயினும், எல்லையற்ற நிபந்தனையானது, இந்த ஏற்ற இறக்கங்கள் உறுதியின்மை கொள்கைக்கு இணங்கக்கூடிய அளவு சிறியதாக இருப்பதைக் குறிக்கும்.

அண்டமானது பன்மடி (Exponential) அல்லது “உப்பல்” விரிவாக்கக் கட்டத்தோடு தொடங்கியிருக்கும். அந்தக் கட்டத்தில்

அண்டம் தன் அளவை ஒரு மிகப் பெரிய காரணியால் பெருக்கிக் கொண்டிருக்கும். இந்த விரிவாக்கத்தின் போது அடர்த்தி ஏற்றவற்றங்கள் முதலில் சிறிதாக இருந்திருக்கும். ஆனால் பிற்பாடு வளரத் தொடங்கியிருக்கும். சராசரியைக் காட்டிலும் சற்றே உயர்ந்த அடர்த்தி கொண்ட வட்டாரங்களின் விரிவாக்கம் கூடுதல் நிறையின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியால் மட்டுப்பட்டிருக்கும். முடிவில் இத்தகைய வட்டாரங்கள் விரிவடைவதை நிறுத்திக் கொண்டு தகர்வுற்றுத் திரள்களாகவும், விண்மீன்களாகவும் நம்மைப் போன்ற உயிர்களாகவும் உருப்பெறும்.

அண்டம் சரளமான, ஒழுங்கான நிலையில் தொடங்கியிருக்கும், காலம் செல்லச் செல்ல கட்டிகட்டியான, சீர்குலைவுற்ற நிலைக்கு மாறியிருக்கும். வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை என்ற ஒன்று இருப்பதற்கு இதுவே விளக்கமாகும். அண்டம் ஒழுங்கமைவான நிலையில் தொடங்கி காலத்தை பொறுத்து சீர்குலைவை நோக்கி சென்றிருந்தால் தான் நான் முன்பே கூறியது போல, உளவியல் கணையும் வெப்ப இயக்கவில் கணையும் ஒரே திசையில் குறியிட்டு நிற்கும். எனவே நமது காலத்தை பற்றிய அக உணர்வின் படி அண்டம் சுருங்கிவதை விட விரியவே செய்யக்கூடும்.

காலக்கணையை பின்னோக்கி செல்லுமா?

ஆனால் அண்டம் விரிவவடைவதை நிறுத்திக் கொண்டு சுருங்கத் தொடங்கினால் அப்போது என்ன நிகழும்? வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை நேர்மாறாகிக் காலம் செல்லச் செல்ல சீர்குலைவு குறையத் தொடங்குமா? விரிவடையும் கட்டத்தைக் கடந்து சுருங்கும் கட்டத்துக்கு வந்து சேர்கிறவர்களுக்கு அறிவியல் புனைகதையொத்த அனைத்து வகை சாத்தியப்பாடுகளுக்கும் இது இட்டுச் செல்லும், அவர்கள் உடைந்த கோப்பைகள் தரையில் ஒன்றுசேர்ந்து முழுக் கோப்பைகளாகி மேசை மீது தாவி அமர்வதைக் காண்பார்களா? நாளைய பங்கு விலைகளை நினைவு வைத்திருந்து பங்குச் சந்தையில் பெரும் பணம் அள்ளிச் செல்ல அவர்களால் இயலுமா?

அண்டம் மீண்டும் தகர்வுறும் போது என்ன நிகழும் என்பது பற்றிக் கவலைப்படுவது சற்றே ஏட்டுக் கல்வி தொடர்பானதாகத் தோன்றலாம். ஏனென்றால் குறைந்தது அடுத்த பத்தாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு அண்டம் சுருங்கத் தொடங்காது. ஆனால் என்ன நடக்கும் என்பதைத் துரிதமாகக் கண்டுபிடிக்க ஒரு வழியுள்ளது. ஒரு கருந்துளைக்குள் குதிக்க வேண்டியதுதான். விண்மீன் தகர்வுற்றுக் கருந்துளையாக உருப்பெறுவது ஒரு வகையில் பார்த்தால் முழு அண்டமும் தகர்வுறுவதன் பிற்பட்டக் கட்டங்களைப் போன்றதே

ஆகும். எனவே அண்டம் சுருங்கும் கட்டத்தில் சீர்குலைவு குறைந்து செல்லுமானால் ஒரு கருந்துளைக்குள்ளும் சீர்குலைவு குறைந்து செல்லும் என எதிர்பார்க்கலாம். எனவே கருந்துளைக்குள் விழுந்து விட்ட ஒரு விண்ணோடி சுற்றுச் சக்கரப் பந்து விளையாட்டில் பந்தயம் கட்டுவதற்கு முன்பாக பந்து எங்கே சென்றது என்பதை நினைவு வைத்துக் கொண்டு பணம் பண்ண இயலக் கூடும். ஆனால் பாவம், அவர் நீண்ட நேரம் விளையாட முடியாது. அதற்குள் பிழியப்பட்டிருப்பார். வெப்ப இயக்கவியல் காலக் கணை நேர்மாறானதைப் பற்றி அவரால் நமக்கு அறியத்தர இயலாது. அல்லது வென்ற பணத்தை வங்கியில் போடவும் கூட இயலாது. ஏனென்றால் அவர் கருந்துளையின் நிகழ்வு பரப்பெல்லைக்குப் பின்னே மாட்டிக் கொண்டிருப்பார்.

அண்டம் மறுதகர்வுறும் போது சீர்குலைவு குறையும் என நான் முதலில் நம்பினேன். அண்டம் மீண்டும் சிறிதாகும் போது சரளமான, ஒழுங்கான நிலவரத்துக்குத் திரும்பி வர வேண்டும் என்று நான் நினைத்ததே காரணம். சுருங்கும் கட்டமானது விரிவடையும் கட்டத்தின் காலத் திசைமாற்றம் போன்றதாக இருக்கும் என்பதே இதன் பொருள். சுருங்கும் கட்டத்தில் மனிதர்கள் தமது வாழ்க்கையைப் பின்னோக்கி வாழ்வார்கள். பிறப்பதற்கு முன்பே இறப்பார்கள், அண்டம் சுருங்கச் சுருங்க மென்மேலும் இளமையாவார்கள். நேரம் இந்தக் கருத்து கவர்ச்சிகரமானதே.

ஏனென்றால் விரிவடையும் கட்டத்துக்கும் சுருங்கும் கட்டத்துக்கும் இடையே ஒரு நேர்த்தியான சமச்சீர்மையை இது குறித்திடும். ஆயினும் அண்டத்தைப் பற்றிய மற்றக் கருத்துகளுக்குத் தொடர்பின்றி தனித்து இக்கருத்தை மட்டும் எடுத்துக் கொள்ள முடியாது. வினா இதுதான், இதுதான் எல்லையின்மை நிலைமையின் பொருளா? அல்லது இது அந்நிலைக்கு முரணானதா?

சுருங்கும் கட்டத்தில் சீர்குலைவு குறையும் என்பதை எல்லையின்மை நிலைமை குறிப்பதாகத்தான் நான் முதலில் நினைத்ததாகச் சொன்னேன். பூமிப் பரப்புடனான ஒப்புமை என்னை ஓரளவுக்கு ஏமாற்றி விட்டது. அதாவது அண்டத்தின் தொடக்கத்தை வட துருவத்துக்கு இணையாகக் கொண்டால், தென் துருவம் வட துருவத்தை ஒத்திருப்பது போலவே அண்டத்தின் முடிவும் அதன் தொடக்கத்தை ஒத்திருக்க வேண்டும். ஆனால் வட, தென் துருவங்கள் கற்பனைக் காலத்தில் அண்டத்தின் தொடக்கத்துக்கும் முடிவுக்கும் இணையாகின்றன. மெய்க் காலத்தில் தொடக்கமும் முடிவும் ஒன்றுக்கொன்று பெரிதும் வேறுபட்டவையாக இருக்கலாம். அண்டத்தின் எளிய மாதிரி ஒன்றை வைத்து நான் செய்த ஆய்வும் என்னை ஏமாற்றி விட்டது. இந்த மாதிரியில் தகர்வுறும் கட்டம் விரிவடையும் கட்டத்தின் காலத் திசை மாற்றத்தைப் போல் காட்சியளித்தது. ஆனால் பென் ஸ்டேட் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த என் கூட்டாளி டான் பேஜ் (Don page) சுருங்கும் கட்டம் விரிவடையும்

கட்டத்தின் காலத் திசைமாற்றமாகத்தான் இருந்தாக வேண்டும் என்பது எல்லையின்மை நிலைமைக்குத் தேவையில்லை என்று சுட்டிக் காட்டினார். மேலும் என் மாணவர்களுள் ஒருவரான ரேமண்ட் லாஃப்லாம் (Raymond Laflamme) சற்றே ஒரு மாதிரியில் அண்டத்தின் தகர்வு சிக்கல் கூடிய விரிவாக்கத்திலிருந்து பெரிதும் மாறுபட்டிருப்பதைக் கண்டறிந்தார். நான் தவறு செய்திருப்பதை உணர்ந்தேன். அதாவது அண்டம் சுருங்கிச் செல்லும் போது உண்மையிலேயே சீர்குலைவு தொடர்ந்து அதிகமாகிச் செல்லும் என்பதையே எல்லையின்மை நிலைமை குறிப்பதை உணர்ந்தேன். அண்டம் தொடங்கும் போதோ அல்லது கருந்துளைகளுக்குள்ளோ வெப்ப இயக்கவியல் மற்றும் உளவியல் காலக் கணைகள் மறுபடியும் திசைமாற மாட்டா.

இப்படி ஒரு தவறு செய்திருப்பதாகத் தெரியும் போது என்ன செய்வது? எடிங்டனை போன்ற சிலர் தாங்கள் தவறு செய்திருப்பதை ஒப்புக் கொள்ளவே மாட்டார்கள். இவர்கள் தங்கள் கட்சியைத் தூக்கி நிறுத்தத் தொடர்ந்து புதுப்புது வாதங்களை, பல நேரம் ஒன்றுக்கொன்று முரணான வாதங்களைத் தேடிப் பிடிப்பார்கள். வேறு சிலர் தாங்கள் உண்மையில் தவறான கருத்தை முதலில் ஆதரிக்கவே இல்லை என்றோ, அப்படியே ஆதரித்திருந்தாலும் அக்கருத்து முரணான ஒன்று என்பதைக் காட்டுவதற்காகவே அப்படிச் செய்தோம் என்றோ சொல்லிக் கொள்வார்கள். தவறு செய்து விட்டதை அச்சில்

ஒப்புக் கொள்வதே சாலச் சிறந்ததும் குழப்பத்தைக் குறைக்கக் கூடியதுமாகும் என்று எனக்குப் படுகிறது. இதற்கொரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஐன்ஸ்டீன் ஆவார். அவர் நிலைத்திருக்கும் அண்ட மாதிரியை உருவாக்க முயன்ற போது தாம் அறிமுகப்படுத்திய அண்டவியல் மாறிலியைத் தமது வாழ்க்கையிறல் செய்த மிகப் பெரிய தவறு எனக் குறிப்பிட்டார்.

ஏழாவது சொற்பொழிவு

அனைத்திற்குமான கோட்பாடு

அண்டத்திலுள்ள ஒவ்வொன்றையும் பற்றி ஒரேயடியாக ஒரு முழுமையான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டைக் கட்டுவது மிகக் கடினமாது. எனவே இதற்குப் பதிலாக, ஒரு வரம்பிற்குட்பட்ட வீச்செல்லையிலான நிகழ்ச்சிகளை எடுத்துரைக்கும் பகுதிக் கோட்பாடுகளைக் கண்டறிவதன் வாயிலாகவும் பிற விளைவுகளைக் கவனியாது ஒதுக்குவது அல்லது அவற்றைக் குறிப்பிட்ட சில எண்களால் தோராயப்படுத்துவதன் வாயிலாகவும் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளோம். எடுத்துக்காட்டாக, வேதியியலில் அணுவினது உட்கருவின் அகக்கட்டமைப்பைத் தெரிந்து கொள்ளாமலே அணுக்களின் செயலெதிர்ச்செயல்களை நம்மால் கணக்கிட முடிகிறது. ஆயினும் முடிவில் ஒரு முழுமையான, முன்னுக்குப்பின் முரணற்ற ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டைக் கண்டறிந்து விட முடியும் என்று நம்புவோம். அந்த ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டில் இந்தப் பகுதிக் கோட்பாடுகள் எல்லாம் தோராய மதிப்பீடுகளாக அடங்கியிருக்கும். அந்தக் கோட்பாட்டில் குறிப்பிட்ட சில தற்போக்கான எண்களின் மதிப்புகளைப் பொறுக்கி எடுத்து உண்மைகளுக்குப் பொருந்தும்படி செய்வதற்காக அதனைச் சரிக்கட்ட வேண்டிய தேவை இருக்காது. இத்தகைய ஒரே கோட்பாட்டிற்கான தேடலே “இயற்பியல் ஒருங்கிணைப்பு” என்று அறியப்படுகிறது.

ஐன்ஸ்டீன் தன் வாழ்வின் பிற்கால ஆண்டுகளில் பெரும்பாலானவற்றை ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டுக்கான தேடலில் செலவிட்ட போதும் வெற்றி பெறவில்லை. அதற்கான காலம் கனிந்திருக்கவில்லை. ஈர்ப்புக்கும் மின்காந்த விசைக்கும் பகுதிக் கோட்பாடுகள் இருந்தன என்றாலும் அணுக்கரு விசைகளைப் பற்றி அவ்வளவாக ஒன்றும் தெரிந்திருக்கவில்லை. மேலும் ஐன்ஸ்டீன் குவாண்டம் இயங்கியலின் வளர்ச்சியில் முக்கியப் பங்கு வகித்திருந்தாலும் அது உண்மையானது என்பதை நம்ப மறுத்தார். ஆயினும் உறுதியின்மைக் கொள்கை நாம் வாழும் அண்டத்தின் ஓர் அடிப்படைப் பண்புக் கூறு ஆகும் என்றே தோன்றுகிறது. எனவே வெற்றிகரமான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு என்பது கட்டாயம் இந்தக் கொள்கையையும் உட்படுத்தியதாகத்தான் இருக்க வேண்டும்.

நமக்கு அண்டத்தைப் பற்றி இன்னுங்கூட நிறையவே தெரியும் என்பதால் இந்த ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டைக் கண்டறிவதற்கான வாய்ப்புகள் இப்போது பெரிதும் மேம்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது என்பதை எடுத்துரைப்பேன். ஆனால் நாம் மிகைநம்பிக்கை குறித்து எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும். விடிந்ததாக நம்பி ஏமாந்த நிகழ்ச்சிகள் முன்பே நடந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில், மீள்திறன், வெப்பக் கடத்தல் போன்ற தொடர்ச்சியான பருப்பொருளின் பண்புகளைக் கொண்டு ஒவ்வொன்றையும் விளக்கி விட முடியும் எனக் கருதப்பட்டது. அணுக்

கட்டமைப்பின் கண்டுபிடிப்பும் உறுதியின்மைக் கொள்கையும் இக்கருத்துக்கு அழுத்தம் திருத்தமாய் முற்றுப் புள்ளி வைத்தன. மற்றொரு முறை 1928 இல் நோபல் பரிசு வென்ற மேக்ஸ் பார்ன் (Max born) என்னும் இயற்பியலாளர் காட்டிங்கான் பல்கலைக்கழகத்திற்கு வந்த பார்வையாளர் குழு ஒன்றிடம் இவ்வாறு கூறினார். “நாம் அறிந்துள்ளபடி இயற்பியல் என்பது ஆறு மாத காலத்தில் முடிந்து விடும்”. அவரது நம்பிக்கைக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது மின்மத்தை ஆளும் சமன்பாட்டை டிராக்(Dirac) அண்மையில் கண்டுபிடித்ததே ஆகும். அந்நேரத்தில் அறியப்பட்டிருந்த இன்னும் ஒரே ஒரு துகளாகிய நேர்மத்தையும் இதே போன்ற ஒரு சமன்பாடு ஆளும் எனவும் அதுவே கோட்பாட்டு இயற்பியலின் முடிவாக இருக்குமெனவும் கருதப்பட்டது. ஆனால் நொதுமமும் அணுக்கரு விசைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதானது அந்தக் கருத்தையும் தலையில் அடித்துச் சாய்த்தது.

அது போகட்டும், இறுதியான இயற்கை விதிகளுக்கான தேடலின் முடிவை இப்போது நாம் நெருங்கி இருக்கக் கூடும் என்று எச்சரிக்கையுடன் கலந்த நம்புகிறேன். நான் பொதுச் சார்பியலையும், ஈர்ப்பியலின் பகுதிக் கோட்பாட்டையும், மெல்விசை, வல்விசை, மின்காந்த விசை ஆகியவற்றை ஆளும் பகுதிக் கோட்பாடுகளையும் எடுத்துரைத்தேன். கடைசி மூன்றையும் மகா ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடுகள் எனப்படுகிறவற்றில் ஒன்றிணைக்கலாம். அவை

அவ்வளவாக நிறைவளிக்கக் கூடியவை அல்ல, ஏனென்றால் இவற்றில் ஈர்ப்பு விசை அடங்காது. மேலும் இவை கோட்பாட்டிலிருந்து ஊகித்தறிய முடியாவிட்டாலும் நோக்காய்வுகளுக்குப் பொருந்தும்படிச் செய்வதற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டிய வெவ்வேறு துகள்களின் ஒப்பளவு நிறைகளைப் போன்ற அளவுகள் பலவற்றைத் தம்மகத்தே கொண்டுள்ளன. ஈர்ப்பை மற்ற விசைகளுடன் ஒருங்கிணைக்கும் கோட்பாடு ஒன்றைக் கண்டறிவதில் உள்ள முக்கிய இடர்ப்பாடு என்னவென்றால் பொதுச் சார்பியல் ஒரு பாரம்பரிய கோட்பாடு ஆகும். அதாவது அது குவாண்டம் இயங்கியலின் உறுதியின்மைக் கொள்கையை உட்படுத்திக் கொள்வதில்லை. மறுபுறம் ஏனைய பகுதிக் கோட்பாடுகள் சாரமான முறையில் குவாண்டம் இயங்கியலைச் சார்ந்துள்ளன. எனவே தேவைப்படுகிற முதல் அடி எடுத்து வைப்பதற்காகச் செய்ய வேண்டியதெல்லாம் பொதுச் சார்பியலை உறுதியின்மைக் கொள்கையோடு இணைப்பதே ஆகும். இது சில குறிப்பிடத் தக்க தொடர்விளைவுகளை உண்டாக்க முடியும் என்பதைப் பார்த்தோம். அதாவது கருந்துளைகள் கருப்பாக இல்லாமற்போதல், அண்டம் ஓர்மைப்புள்ளிகள் ஏதுமின்றி முற்ற முழுக்க நன்னிறைவானதாகவும் எல்லையற்றதாகவும் அமைதல் போன்றவையே இந்தத் தொடர்விளைவுகள், சிக்கல் என்னவென்றால், மாயத் துகள் மற்றும் எதிர்த்துகள்களின் இணைகளால் வெற்று

வெளியே கூட நிறைந்திருப்பதை உறுதியின்மைக் கொள்கை குறிக்கிறது. இந்த இணைகளுக்கு வரையறுக்கயியலா அளவில் ஆற்றல் இருக்கும். எனவே அவற்றின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சி அண்டத்தை வரையறுக்கயியலாச் சிற்றளவாக வளைத்துச் சுருட்டி விடும்.

ஒருவகையில் இதேபோன்றவையும் அபத்தமாகத் தோன்றுகிறவையுமான முடிவிலிகள் ஏனைய பகுதிக் கோட்பாடுகளிலும் இடம்பெறுகின்றன. ஆனால் இந்த நேர்வுகள் அனைத்திலும் இயல்புமீட்சி (Renormalization) எனப்படும் நிகழ்முறையால் முடிவிலிகளை நீக்கி விட முடியும். முடிவிலிகளை நீக்குவதற்கு வேறு முடிவிலிகளைக் கொண்டுவந்து நுழைப்பது இதற்குத் தேவைப்படுகிறது. இந்த நுட்பம் கணக்கியல் நோக்கில் சற்றே ஐய்யத்துக்குரியதுதான் என்றாலும் நடைமுறையில் பயன்படுவதாகத்தான் தோன்றுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி இந்தக் கோட்பாடுகளின் துணை கொண்டு நோக்காய்வுகளுடன் அசாதாரண அளவுக்குத் துல்லியமாக ஒத்துப் போகும் யூகங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. ஆனால் ஒரு முழுமைக் கோட்பாட்டைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியின் கோணத்திலிருந்து பார்த்தால் இயல்புமீட்சி என்பதில் ஒரு பெரும் குறை இருக்கத்தான் செய்கிறது. முடிவிலியிலிருந்து முடிவிலியை கழிக்கும் போது எந்த விடை வேண்டுமானாலும் வரக்கூடும். இதன் மூலம் உண்மையான நிறையின் அளவையும் விசைகளின் வலிமையையும் இந்த கோட்பாட்டின் மூலம்

கணிக்க முடியாது என்றாகிறது. மாறாக அவர்கள் நோக்காய்வுக்கு தகுந்தவாறு தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பொது சார்பியலை பொறுத்தவரை இரண்டு விடயங்களையே சரி செய்ய வேண்டி வரும். அவை ஈர்ப்பின் வலிமை மற்றும் அண்டவியல் மாறிலி ஆகியன. ஆனால் இவற்றை சரி செய்வதானால் மட்டும் அனைத்து குறைபாடுகளையும் சரி செய்துவிட இயலாது. எனவே, வெளி-காலத்தின் வளைவு போன்ற குறிப்பிட்ட அளவுகள் உண்மையில் எல்லையற்றவை என்று ஒரு கோட்பாட்டைக் கொண்டிருக்கலாம், இருப்பினும் இந்த அளவுகளை முழுமையாகக் கண்டறிந்து அளவிட முடியும். இந்த பிரச்சனையை சரி செய்ய 1976ம் ஆண்டு “மாயீர்ப்பு” என்ற கோட்பாடு முன்மொழியப்பட்டது. இது பொது சார்பியலோடு சில கூடுதல் விடயங்களையும் கணக்கெடுத்து கொண்டது.

சுழல் 2 துகளைச் சுழல் 3/2 , 1 , 1/2 , 0 ஆகிய வேறு சில புதிய துகள்களோடு இணைப்பதாக இருந்தது. ஒரு வகையில் அப்போது இந்த எல்லாத் துகள்களையும் ஒரே “மாத்துகளின்” (superparticle) வெவ்வேறு கூறுகளாகக் கருத முடிந்தது. சுழல் 1/2, 3/4 கொண்ட பருப்பொருள் துகள்களைச் சுழல் 0,1,2 ஆகிய விசையேந்தித் துகள்களோடு இவ்விதம் ஒருங்கிணைக்க முடிந்தது. சுழல் 1/2 , 3/2 ஆகிய மாயத்துகள் / எதிர்த்துகள் இணைகளுக்கு எதிர்மறை ஆற்றல் இருக்கும். எனவே சுழல் 2,1,0 ஆகிய மாய இணைகளின் நேர்நிறை ஆற்றலை நீக்கம் செய்யும் போக்கு இருக்கும். இது சாத்தியமான

முடிவிலிகள் பலவற்றை நீங்கச் செய்யும். ஆனால் இன்னமும் சில முடிவிலிகள் எஞ்சியிருக்கக் கூடுமென ஐயம் இருந்தது. ஆனால் நீங்காமல் எஞ்சிய முடிவிலிகள் ஏதும் உண்டா? இல்லையா? என்பதைக் கண்டறியத் தேவையான கணக்கீடுகள் மிக நீண்டும் கடினமாகவும் இருந்தன. யாரும் அவற்றை எடுத்துச் செய்ய அணியமாய் இல்லை. கணினி கொண்டு செய்தாலும்கூட இதற்குக் குறைந்தது நான்காண்டு தேவைப்படுமென கணக்கிடப்பட்டது. குறைந்தது ஒரு தவறு, அனேகமாய் இன்னும் கூடுதலாகவே செய்து விடும் வாய்ப்புகள் மிக அதிகமாய் இருந்தன. எனவே சரியான விடை கிடைத்திருப்பது தெரிய வேண்டுமானால் வேறு ஒருவர் இந்தக் கணக்கீட்டைத் திரும்பச் செய்து அதே விடையைப் பெற்றால்தான் முடியும். ஆனால் இதற்கு அதிக வாய்ப்பு இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை.

இந்த சிக்கலால், தந்திக் கோட்பாடுகள் (string theories) என அழைக்கப்படுவனவற்றுக்கு ஆதரவாகக் குறிப்பிடத் தகுந்த கருத்து மாற்றம் ஏற்பட்டது. இந்தக் கோட்பாடுகளில் அடிப்படைப் பொருட்கள் ஒற்றை வெளிப் புள்ளியில் இடம்பெறும் துகள்கள் அல்ல. அவை நீளம் தவிர வேறு எந்தப் பரிமாணமுமற்றவை, வரையறுக்க இயலாது மெலிந்திருக்கும் ஒரு தந்திக் கம்பியைப் போன்றவை. இந்தத் தந்திகளுக்கு முனைகள் இருக்கலாம். திறந்த தந்திகள் எனப்படுபவை தமக்குத் தாமே இணைந்து மூடிய கண்ணிகளாக

இருக்கலாம். மூடிய தந்திகள் ஒரு துகள் என்பது ஒவ்வொரு காலக் கணத்திலும் ஒரு வெளிப் புள்ளியில் இடம்பெறுகிறது. எனவே அதன் வரலாற்றை வெளி-காலத்தில் ஒரு கோட்டால் குறிக்க முடியும். மறுபுறம் ஒரு தந்தி என்பது ஒவ்வொரு காலக் கணத்திலும் வெளியில் ஒரு கோட்டில் இடம்பெறுகிறது. எனவே வெளி-காலத்திலான அதன் வரலாறு உலகத் தகடு எனப்படும் இருபரிமாணப் பரப்பாகும். இத்தகைய உலகத் தகட்டில் உள்ள எந்தப் புள்ளியையும் இரு எண்களால் எடுத்துரைக்கலாம். ஒன்று காலத்தையும் மற்றொன்று தந்தி மீதான புள்ளியின் நிலையையும் குறித்துரைப்பது. ஒரு திறந்த தந்தியின் உலகத் தகடு ஒரு பட்டை ஆகும். அதன் விளிம்புகள் வெளி-காலத்தினூடாகத் தந்தி முனைகளின் பாதைகளைக் குறிக்கின்றன மூடிய தந்தியின் உலக தகடு ஒரு குழாய் ஆகும். குழாயின் சீவல் ஒரு வட்டமாகும். அது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தந்தியின் நிலையை குறிக்கிறது.

இரு தந்திக் கம்பிகள் இணைந்து ஒற்றைத் தந்தி ஆகின்றன. திறந்த தந்திகளைப் பொறுத்த வரை அப்படியே முனைகளில் இணைந்து கொள்கின்றன. மூடிய தந்திகளைப் பொறுத்த வரை கால் சட்டையில் இரு கால்கள் இணைவதைப் போன்றதே இது. இதே போல், ஒற்றைத் தந்திக் கம்பி இரு தந்திகளாகப் பிரியலாம். முன்பு துகள்களாகக் கருதப்பட்டவை இப்போது தந்திக் கோட்பாடுகளில் அதிர்வுறும் பட்ட நூல் மீதான அலைகளைப் போல் தந்தியில் பயணம் செய்யும்

அலைகளாகச் சித்திரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு துகளை மற்றொரு துகள் உமிழ்வது அல்லது உட்கொள்வது என்பது தந்திகள் பிரிவது அல்லது இணைவதற்கு இணையானது. எடுத்துக்காட்டாக, துகள் கோட்பாடுகளில் பூமியின் மீதான சூரியனின் ஈர்ப்பு விசைக்கு சூரியனில் உள்ள ஒரு துகள் ஓர் ஈர்மத்தை உமிழ்வதும் புவியில் உள்ள ஒரு துகள் அதனை உட்கொள்வதுமே காரணம் என்று சித்திரிக்கப்பட்டது. தந்திக் கோட்பாட்டில் இந்த நிகழ்முறை ஒரு H வடிவக் குழாய் அல்லது குழலுக்கு இணையானது. தந்திக் கோட்பாடு ஒரு வகையில் குழாய்த் தொழிலைப் போன்றது எனலாம். H இன் இரு குத்துப் பக்கங்களும் சூரியனிலும் பூமியிலும் உள்ள துகள்களுக்கு இணையானவை. கிடைவசமாக இருக்கும் குறுக்குத் தண்டு அவற்றிற்கிடையே பயணம் செய்யும் ஈர்மத்துக்கு இணையானது.

தந்திக் கோட்பாட்டின் வரலாறு ஆர்வத்தைக் கிளறக் கூடிய ஒன்று. இது 1960 களின் பிற்பகுதியில்தான் வல்விசையை எடுத்துரைப்பதற்கான கோட்பாட்டைக் கண்டறிய வேண்டும் என்பதற்காக முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதன் கருத்து நேர்மம், நொதுமம் போன்ற துகள்களை ஒரு தந்தியின் மீதான அலைகளாகக் கருதலாம் என்பதாக இருந்தது. துகள்களுக்கு இடைப்பட்ட வல்விசைகள் சிலந்தி வலையில் போன்று மற்ற இழைகளுக்கிடையே செல்லும் இழைகளுக்கு இணையாகும். இந்தக் கோட்பாடு துகள்களுக்கு இடைப்பட்ட வல்விசைகளின் நோக்கியறிந்த மதிப்பைத்

தர வேண்டுமானால் தந்திகள் சுமார் பத்து டன்கள் இழுவை கொண்ட ரப்பர் வளையங்களைப் போன்றவையாக இருக்க வேண்டியதாயிற்று.

1974 இல் பரிசைச் சேர்ந்த ஜொயல் ஷெர்க் (Joel scherk), கலிபோர்னியா தொழில் நுட்பக் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஜான் ஷ்வார்ட்ஸ் (John schwarz) ஆகியோர் ஆய்வேடு ஒன்றை வெளியிட்டனர். தந்திக் கோட்பாட்டால் ஈர்ப்பு விசையை எடுத்துரைக்க முடியும் என்றும், ஆனால் தந்தியிலான இழுவை மிக மிக அதிமாய், அதாவது சுமார் 1039 டன்களாக இருந்தால் மட்டுமே இது சாத்தியம் என்று அவர்கள் இந்த ஆய்வேட்டில் காட்டினார்கள். இயல்பான நீள விகிதங்களில் தந்திக் கோட்பாட்டின் யூகங்களும் பொதுச் சார்பியலின் ஊகங்களும் ஒன்றாகவே இருக்கும். ஆனால் மிகச் சிறிய தொலைவுகளில் அதாவது 10-33 சென்டிமீட்டர்கள் குறைவான தொலைவுகளில் அவை மாறுபடும். ஆனால் அவர்களின் ஆய்வுப்பணி அதிகமாய்க் கவனிக்கப் பெறவில்லை. ஏனென்றால் கிட்டத்தட்ட அந்த நேரத்தில்தான் பெரும்பாலானவர்கள் வல்விசை பற்றி முதலில் கண்டறியப்பட்ட தந்திக் கோட்பாட்டைக் கைவிட்டார்கள். அதற்குப் பதிலாக பொடிமங்களையும், (Quark) பசைமங்களையும் (Gluon) அடிப்படையாகக் கொண்ட கோட்பாட்டை ஏற்றுக் கொண்டார்கள். இந்தக் கோட்பாடு நோக்காய்வுகளுக்கு இன்னுங்கூட கச்சிதமாகப் பொருந்துவதாய்த் தோன்றியது. சோகமான முறையில் ஷெர்க் இறந்து போனார். நீரிழிவு நோயாளியான அவர் கோமாவில் ஆழ்ந்த போது

அவருக்கு இன்சுலின் ஊசி போட அருகில் யாருமில்லை. எனவே அனேகமாய் ஷ்வார்ட்ஸ் மட்டும்தான் தந்திக் கோட்பாட்டுக்கு ஒரே ஆதரவாளர் என்று தளித்து விடப்பட்டார். ஆனால் இப்போது தந்தி இழுவையின் மதிப்பு இன்னும் உயர்ந்த அளவில் முன்மொழியப்பட்டது.

1984 இல் தந்திக் கோட்பாட்டிலான ஆர்வம் திடீரென புத்துயிர் பெற்றது. இதற்கான காரணங்கள் இரண்டெனத் தோன்றுகிறது. ஒன்று, மாயீர்ப்பு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது என்றோ நாம் நோக்கியறியும் துகள்களின் வகைகளை அதனால் விளக்கக் கூடும் என்றோ மெய்ப்பிக்கும் திசையில் உண்மையில் அதிக முன்னேற்றம் ஏற்படவில்லை. மற்றொன்று, ஜான் ஷ்வார்ட்சும் இலண்டன் இராணி மேரி கல்லூரியைச் சேர்ந்த மைக் கிரீனும் வெளியிட்ட ஆய்வேடாகும். நாம் நோக்கியறியும் துகள்கள் சிலவற்றைப் போல் உள்ளார்ந்த இரட்டைத்தன்மை கொண்ட துகள்கள் இருப்பதைத் தந்திக் கோட்பாட்டால் விளக்க இயலக்கூடும் என்று அந்த ஆய்வேடு காட்டியது. காரணங்கள் என்னவாயினும், விரைவில் ஏராளமானவர்கள் தந்திக் கோட்பாட்டின் மீது ஆய்வு செய்யத் தொடங்கினர். அது ஒரு புதிய வடிவில் வளர்த்தெடுக்கப்பட்டது. அதுதான் இருபடித் தந்தி (heterotic string) எனப்படுகிறது. நாம் நோக்கியறியும் துகள்களின் வகைகளை இதனால் விளக்க இயலக் கூடுமோ எனத் தோன்றியது.

தந்திக் கோட்பாடுகளும் முடிவிலிகளுக்கு இட்டுச் செல்கின்றன. ஆனால் இருபடித் தந்தி போன்ற வடிவங்களில் இவை எல்லாமே நீங்கி விடும் எனக் கருதப்படுகிறது. எப்படியாயினும் தந்திக் கோட்பாடுகளுக்கு இன்னும் பெரியதொரு சிக்கல் உள்ளது. வெளி-காலம் வழக்கமான நான்கு பரிமாணங்களுக்குப் பதில் பத்து அல்லது இருபத்தாறு பரிமாணங்கள் கொண்டதாக இருந்தால் மட்டுமே இவை முரணற்றவையாக இருக்கும் எனத் தோன்றுகிறது. கூடுதல் வெளி-காலப் பரிமாணங்கள் என்பவை அறிவியல் புனைகதையில் வாடிக்கையான ஒன்றுதான். ஒளியைக் காட்டிலும் விரைவாகவோ காலத்தில் பின்னோக்கியோ பயணம் செய்ய முடியாது என்னும் பொதுச் சார்பியலின் இயல்பான கட்டுத்தளையை வெல்வதற்கு இவை மிகச் சிறந்த வழியாக அமைகின்றன. கூடுதல் பரிமாணங்களினூடே குறுக்குவழியில் செல்லலாம் என்பதே கருத்து. இதைப் பின்வருமாறு படம்பிடித்துக் காட்டலாம். நாம் வாழும் வெளி இருபரிமாணங்களை மட்டுமே கொண்டிருப்பதாகவும் நங்கூர வளையம் அல்லது பீடப்புடைப்பின் பரப்பைப் போன்று வளைந்திருப்பதாகவும் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். நீங்கள் வளையத்தின் உள்விளிம்பின் ஒரு பக்கத்தில் இருப்பதாகவும் மறு பக்கத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளிக்குப் போக விரும்புவதாகவும் கொண்டால் இந்த வளையத்தின் உள்விளிம்பைச் சுற்றிப் போக வேண்டியிருக்கும். ஆனால் உங்களால்

மூன்றாம் பரிமாணத்தில் பயணம் செய்ய முடிந்தால் நீங்கள் நேராகக் குறுக்கு வழியில் சென்று விடக் கூடும்.

உண்மையிலேயே இந்தக் கூடுதல் பரிமாணங்கள் எல்லாம் இருக்குமானால் அவற்றை நாம் ஏன் கவனிப்பதில்லை? மூன்று வெளிப் பரிமாணங்களையும் ஒரு காலப் பரிமாணத்தையும் மட்டும் பார்க்கிறோமே ஏன்? இதற்கு முன்மொழியப்படும் விளக்கம் என்னவென்றால், மற்றப் பரிமாணங்கள் ஓர் அங்குலத்தின் மில்லியன் மில்லியன் மில்லியன் மில்லியன் மில்லியனில் ஒரு பங்கு என்பது போன்ற மிகச் சிறிய உருவளவு கொண்ட வெளிக்குள் வளைத்துச் சுருட்டப்பட்டிருக்கலாம். மிகச் சிறியது என்பதால் இதை நாம் கவனிப்பதில்லை, அவ்வளவுதான். நாம் ஒரு காலப் பரிமாணத்தையும் மூன்று வெளிப் பரிமாணங்களையும் மட்டுமே காண்கிறோம். அதில் வெளி-காலம் கிட்டத்தட்டத் தட்டையாக உள்ளது. அது வைக்கோலின் மேற்பரப்பைப் போன்றதாகும். நீங்கள் அதை நெருங்கிப் பார்த்தால் அது இருபரிமாணமுடையதாக இருக்கக் காண்பீர்கள். வைக்கோல் மீதான ஒரு புள்ளியின் நிலையை இரு எண்கள், அதாவது வைக்கோலின் நீளமும் வட்டத் திசையைச் சுற்றிய தொலைவும் விவரிக்கின்றன .ஆனால் அதனைத் தொலைவிலிருந்து பார்த்தால் வைக்கோலின் தடிப்பு உங்களுக்குத் தெரிவதில்லை, அது ஒருபரிமாணமுடையதாகக் காட்சியளிக்கிறது. ஒரு புள்ளியின் நிலையை வைக்கோலின் நீளம் மட்டுமே குறித்துக் காட்டுகிறது.

வெளி-காலமும் கூட இப்படித்தான். அதாவது சிறுவீதத்தில் அது பத்துப் பரிமாணம் கொண்டும் பெரிதும் வளைவுற்றும் உள்ளது. ஆனால் பெருவீதங்களில் வளைவோ கூடுதல் பரிமாணங்களோ உங்களுக்குத் தெரிவதில்லை.

இந்தச் சித்திரம் சரிதான் என்றால் விண்வெளிப் பயணம் செல்ல விரும்புகிறவர்களுக்குக் கெட்ட செய்தியே. கூடுதல் பரிமாணங்கள் மிக மிகச் சிறியவை. அவற்றின் வழியாக விண்கலம் செல்ல முடியாது. ஆனால் இதிலிருந்து இன்னொரு பெரிய சிக்கல் தலைதூக்குகிறது. எல்லாப் பரிமாணங்களும் என்றில்லாமல் சில பரிமாணங்கள் மட்டும் சிறு பந்தாகச் சுருள்வது ஏன்? மிகவும் முற்பட்ட அண்டத்தில் எல்லாப் பரிமாணங்களும் பெரிதும் வளைவுற்றவையாக இருந்திருக்கும் என்று எண்ணிக் கொள்ளலாம். மற்ற எல்லாப் பரிமாணங்களும் இறுக்கமாக சுருண்டு கிடக்க ஒரு காலப் பரிமாணமும் மூன்று வெளிப் பரிமாணங்களும் தட்டையாக நீண்டது ஏன்?

இதற்குச் சாத்தியமான விடைகளில் ஒன்று மானுட மையக் கொள்கையாகும். நம்மைப் போன்ற அதி சிக்கலான பிறவிகள் தோன்றி வளர இடமளிப்பதற்கு இருவெளிப் பரிமாணங்கள் போதுமானதாகத் தோன்றவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, ஒருபரிமாணப் பூமியின் மீது வாழும் இருபரிமாண விலங்குகள் ஒன்றையொன்று கடந்து செல்வதற்கு ஒன்றின் மீது ஒன்று ஏறிச் செல்ல

வேண்டியிருக்கும். ஓர் இருபரிமாண உயிரினம் எதையோ சாப்பிட்டு அது முழுமையாகச் செரிக்கா விட்டால் அது விழுங்கிய அதே வழியில் கழிவையும் வெளிப்படுத்த வேண்டியிருக்கும். ஏனென்றால் முழுமையாக அதன் உடல் வழிச் செல்லும் ஒரு பாதை இருக்குமானால் அதனைத் தனித்தனியான இரு பாதிகளாகப் பிரித்து விடும். எனவே நம் இருபரிமாணப் பிறவி கழன்று விழுந்து விடும். இதேபோல், இருபரிமாண உயிரினத்தில் எவ்வகையான குருதி ஓட்டமும் எவ்வாறு நிகழ முடியும் என்று புரிந்து கொள்வது அரிதே. வெளிப் பரிமாணங்கள் மூன்றுக்கு மேல் இருப்பினுங்கூட சிக்கல்கள் எழும். இரு பொருளுருக்களுக்கு இடையிலான ஈர்ப்பு விசையானது, தொலைவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க, முப்பரிமாணங்களில் குறைந்து செல்வதைக் காட்டிலும் மூன்றுக்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்களில் இன்னுங்கூடத் துரிதமாகக் குறைந்து செல்லும். இதன் முக்கியத்துவம் என்னவென்றால் பூமியைப் போன்று சூரியனைச் சுற்றும் கோள்களின் சுற்றுப்பாதைகள் நிலையற்று இருக்கும். வட்டவடிவச் சுற்றுப்பாதையிலிருந்து ஏற்படும் மிகச் சிறு அசைவுங்கூட மற்றக் கோள்களின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியால் ஏற்படக் கூடியதைப் போன்ற அசைவு சூரியனை விட்டு விலகியோ, அல்லது சூரியனுக்குள்ளோ பூமி திருகுச் சுற்றுச் சுற்றி விழுவதில் போய் முடியும். நாம் உறைந்து போவோம் அல்லது எரிந்து போவோம். உண்மையில் மூன்றுக்கு மேற்பட்ட வெளிப்பரிமாணங்களில் தொலைவுக்கேற்ப ஈர்ப்பு நடந்து

கொள்ளும் விதத்தில் மாற்றமில்லை என்பதன் பொருள் என்னவென்றால் ஈர்ப்பை அழுத்தம் சரியீடு செய்யும் நிலையான நிலவரத்தில் சூரியன் இருக்க முடியாமல் போகும். ஒன்று, அது உடைந்து சிதறும் அல்லது தகர்வுற்றுக் கருந்துளையாகி விடும். இந்த இரண்டில் எது நேரிட்டாலும், பூமியில் உயிரினங்களுக்கான வெப்பமூலமாகவும் ஒளிமூலமாகவும் அது அவ்வளவாய்ப் பயன்படாமற் போய் விடும். சிறுவீதத்தில், ஓர் அணுவில் உட்கருவைச் சுற்றி மின்மங்களைச் சுற்ற வைக்கும் மின் விசைகளானவை ஈர்ப்பு விசைகள் நடந்து கொள்ளும் அதே முறையில்தான் நடந்து கொள்ளும். எனவே ஒன்று, மின்மங்கள் அணுவிலிருந்து அடியோடு தப்பிச் செல்லும் அல்லது திருகுச் சுற்றுச் சுற்றி அணுக்கருவினுள் வந்து விழும். இரண்டில் எது நேரிட்டாலும் அணுக்கள் நாம் அறிந்துள்ள முறையில் இல்லாமற் போகலாம்.

எப்படியும் நாம் அறிந்த முறையிலான உயிரினம் என்பது ஒரு காலப் பரிமாணமும் மூன்று வெளிப் பரிமாணங்களும் சிறிதாய் வளைத்துச் சுருட்டப்படாத வெளி-கால வட்டாரங்களில் மட்டுமே இருக்க முடியும் என்று தெளிவாய்த் தோன்றுகிறது. இதன் பொருள் என்னவென்றால், தந்திக் கோட்பாடு என்பது அண்டத்தின் இத்தகைய வட்டாரங்கள் இருப்பதற்கு இடமளிக்கவாவது செய்கிறது என்று காட்ட முடிந்தால்தான் நலிந்த மானுட மையக் கொள்கையைத் துணைக்கழைக்கக் கூடும். உண்மையில் தந்திக் கோட்பாடு இதற்கு

இடமளிக்கத்தான் செய்கிறது எனத் தோன்றுகிறது. எல்லாப் பரிமாணங்களும் வளைத்துச் சுருட்டப்பட்டிருக்கும்படியான அல்லது நான்கிற்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்கள் கிட்டத்தட்டத் தட்டையாக இருக்கும்படியான அண்டத்தின் வேறு வட்டாரங்கள் அல்லது வேறு அண்டங்கள் இருக்கவே இருக்கலாம். ஆனால் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையிலான மெய்ப் பரிமாணங்களை நோக்கியறிய இத்தகைய வட்டாரங்களில் அறிவுப் பிறவிகள் ஏதும் இருக்காது. வெளிகாலம் தோன்றும் பரிமாணங்களின் எண்ணிக்கை பற்றிய கேள்வியைத் தவிர, தந்தி கோட்பாடு இன்னும் பல சிக்கல்களைக் கொண்டுள்ளது, இது இயற்பியலின் இறுதி ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடாகப் போற்றப்படுவதற்கு முன்பு தீர்க்கப்பட வேண்டும். எல்லா முடிவிலிகளும் ஒன்றையொன்று ரத்து செய்கிறதா அல்லது சரத்தில் உள்ள அலைகளை நாம் கவனிக்கும் குறிப்பிட்ட வகை துகள்களுடன் எவ்வாறு தொடர்புபடுத்துவது என்பது எங்களுக்கு இன்னும் தெரியவில்லை. ஆயினும்கூட, இந்த கேள்விகளுக்கான பதில்கள் அடுத்த சில ஆண்டுகளில் கண்டுபிடிக்கப்படலாம், மேலும் இந்த நூற்றாண்டின் இறுதியில் தந்தி கோட்பாடு என்பது இயற்பியலின் ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட கோட்பாடாக உள்ளதா என்பதை அறியலாம்.

ஆனால் உண்மையில் இத்தகைய ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு இருக்க முடியுமா? அல்லது ஒருவேளை இது நம் கானல்நீர்த்

தேடல்தானோ ? மூன்று சாத்தியப்பாடுகள் இருப்பதாகத் தோன்றுகிறது,

- உண்மையிலேயே ஒரு முழுமையான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு அல்லது ஒன்றன் மேல் ஒன்றாய் அமைந்த வரையறைகளின் தொகுப்பு உள்ளது. நமக்குத் திறம் இருந்தால் ஒரு நாள் அதைக் கண்டுபிடிப்போம்.
- அண்டத்திற்கு இறுதிக் கோட்பாடு எதுவும் இல்லை. அண்டத்தை மென்மேலும் திருத்தமாக வர்ணிக்கிற கோட்பாடுகளின் வரையறுக்க இயலாத் தொடர்வரிசை ஒன்றுதான் உண்டு.
- அண்டத்திற்குக் கோட்பாடு எதுவும் இல்லை. குறிப்பிட்ட ஒரு நீட்சிக்கு அப்பால் நிகழ்ச்சிகளை ஊகித்தறிய முடியாது. அவை தொடர்பேதுமில்லாமல் இங்கொன்று அங்கொன்றாகவும் தற்போக்கான வகையிலுமே நடக்கிறது.

விதிகளின் முழுக் கணம் ஒன்று இருக்குமானால் கடவுளானவர் தன் மனத்தை மாற்றிக் கொண்டு உலகில் தலையிடுவதற்கான சுதந்தரத்தில் அது கை வைப்பதாக இருக்கும் என்ற அடிப்படையில் மூன்றாவது சாத்தியப்பாட்டுக்கு ஆதரவாகச் சிலர் வாதிடுவர். இது சற்றே பழைய முரண்மெய்மையைப் போன்றது. கடவுள் தன்னாலேயே தூக்க முடியாத ஒரு கனமான கல்லைப் படைக்க முடியுமா? ஆனால் கடவுள் மனத்தை மாற்றிக் கொள்ள விரும்பக் கூடும் என்ற கருத்தானது கடவுள் காலத்தில் இருப்பதாகக் கற்பனை செய்து கொள்ளும் பொய்மைக்கு புனித அகஸ்டின் சட்டிக் காட்டிய அந்தப் பொய்மைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். காலம் என்பது கடவுள் படைத்த அண்டத்திற்கே உரியதொரு பண்பாகும். என்ன நோக்கத்திற்காகக்

காலத்தை ஏற்படுத்துகிறோம் என்பது கடவுளுக்குத் தெரிந்திருந்ததாகக் கொள்ளலாம்.
குவாண்டம் இயங்கியல் வந்து விட்ட பிறகு, நிகழ்ச்சிகளை முழுக்க முழுக்கத் திருத்தமான முறையில் யூகித்தறிய முடியாது என்பதையும், எப்போதும் ஓரளவு உறுதியின்மை இருக்கத்தான் செய்கிறது என்பதையும் நாம் ஏற்றுக் கொள்ளும் நிலைக்கு வந்துள்ளோம். வேண்டுமானால் இந்தத் தொடர்பின்மைக்குக் கடவுளின் தலையீடே காரணம் என்று சொல்லிக் கொள்ளலாம். ஆனால் இது மிகவும் வேடிக்கையான வகைத் தலையீடாகத்தான் இருக்கும். அதற்கு நோக்கம் ஏதும் இருப்பதற்குச் சான்றில்லை. அப்படி நோக்கமேதும் இருக்குமானால் அந்தச் சொல்லுக்குரிய இலக்கணப்படி அது தொடர்பற்றதாக இருக்காது. நவீன காலத்தில் நாம் அறிவியலின் இலக்கை மறுவரையறை செய்ததன் வாயிலாக மேற்கண்ட மூன்றாம் சாத்தியப்பட்டைச் செயலளவில் நீக்கியிருக்கிறோம். உறுதியின்மைக் கொள்கை விதிக்கும் எல்லை வரை மட்டுமே நிகழ்ச்சிகளை யூகித்தறிய நமக்குப் பயன்படுகிற விதிகளின் கணமொன்றை வரையறுப்பதே நம் நோக்கம்.

மென்மேலும் துல்லியமாக்கப்படும் கோட்பாடுகளின் தொடர் வரிசை வரையறுக்க இயலாதது என்னும் இரண்டாம் சாத்தியப்பாடு இதுவரையிலான நம் அனுபவம் அனைத்தோடும் இசைந்து செல்கிறது. பல சந்தர்ப்பங்களில் நம் அளவீடுகளின் நுண்மையை

உயர்த்தி இருக்கிறோம் அல்லது புதிய வகையான நோக்காய்வுகள் செய்திருக்கிறோம். நடப்பில் இருக்கும் கோட்பாடு யூகித்தறியாத புதிய புலப்பாடுகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கே இது வழிவகுத்துள்ளது. இந்தப் புலப்பாடுகளுக்கு விளக்கமளித்திட நாம் இன்னுங் கூட முன்னேறிய கோட்பாட்டை வளர்த்தெடுக்க வேண்டியிருந்துள்ளது. எனவே பெரிய மற்றும் அதிக சக்தி வாய்ந்த துகள் முடுக்கிகளில் சோதனை செய்யும் போது நமது தற்போதைய மாபெரும் ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடுகள் உடைந்து போவதைக் கண்டால் அது மிகவும் ஆச்சரியமாக இருக்காது. உண்மையில், அவை உடைந்துவிடும் என்று நாங்கள் எதிர்பார்க்கவில்லை என்றால், அதிக சக்தி வாய்ந்த இயந்திரங்களை உருவாக்குவதற்கு அந்த பணத்தை செலவழிப்பதில் அதிக அர்த்தமில்லை.

ஆனால் “பெட்டிகளுக்குள் பெட்டிகள்” என்னும் இந்தத் தொடர் வரிசைக்கு ஈர்ப்பு ஒரு வரம்பாகக் கூடுமெனத் தோன்றுகிறது. ஒரு துகளின் ஆற்றல் பிளாங்க் ஆற்றல் எனப்படுவதற்கு மேல், அதாவது 1019 ஜி.மி.வோ.க்கு மேல் இருக்குமானால் அதன் நிறை பெரிதும் செறிவுற்றதாகி, அது எஞ்சிய அண்டத்திலிருந்து விலகிப் போய்ச் சிறியதொரு கருந்துளையாகி விடும். எனவே நாம் மென்மேலும் உயர்ந்த ஆற்றல்களுக்குச் செல்லச் செல்ல, மென்மேலும் துல்லியமாக்கப்படும் கோட்பாடுகளின் தொடர்வரிசைக்கு ஏதோ ஓர் எல்லை இருந்தாக வேண்டும் என்றும், எனவே அண்டம் பற்றிய

ஏதோ ஓர் இறுதிக் கோட்பாடு இருந்தாக வேண்டும் என்றும் தோன்றத்தான் செய்கிறது. இன்றைய நிலையில் நாம் ஆய்வுக் கூடத்தில் அதிகபட்சமாக உற்பத்தி செய்யக் கூடியவையான சுமார் ஒரு ஜி.மி.வோ ஆற்றலிருந்து பிளாங்க் ஆற்றல் வெகு தொலைவில் இருப்பதென்னவோ உண்மைதான். முன்னறிந்து சொல்லும்படியான எதிர்காலத்தில் நாம் இந்தத் தொலைவைத் துகள் முடுக்கிகளின் துணை கொண்டு கடந்து விடப் போவதில்லை.

ஆனால் அண்டத்தின் மிகவும் முற்பட்ட கட்டங்களானவை இத்தகைய ஆற்றல்கள் இடம் பெற்றிருக்க வேண்டிய களமாகும். முற்பட்ட அண்டத்தைப் பற்றிய ஆய்வும் முரணற்ற கணக்கியலின் தேவைகளும் இன்றைக்கிருக்கும் நம்மில் சிலரின் ஆயுள் காலத்திற்குள் ஒரு முழுமையான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டிற்கு நம்மை இட்டுச் செல்வதற்கு நல்ல வாய்பு உள்ளது என நினைக்கிறேன். எப்போதுமே நாம் முதலில் வெடித்துச் சிதறி விட மாட்டோம் என்று வைத்துக் கொண்டு பேசுகிறேன்.

அண்டம் பற்றிய இறுதிக் கோட்பாட்டை உள்ளபடியே நாம் கண்டுபிடித்து விட்டால் என்னாகும்? அண்டத்தை விளங்கிக் கொள்ள மனித குலம் நடத்தி வரும் அறிவுப் போராட்டத்தின் வரலாற்றில் ஒரு நீண்டநெடிய புகழார்ந்த அத்தியாயத்துக்கு இது முடிவாய் அமையும். ஆனால் இது அண்டத்தை ஆளும் விதிகளைப் பற்றிய சாதாரண

மனிதரின் புரிதலையும் புரட்சிகரமாக மாற்றியமைக்கும். நியூட்டன் காலத்தில் மனித அறிவு முழுவதையும், எப்படியும் உருவரையளவிலாவது படித்த ஒருவரால் உள்வாங்கிக் கொள்ள முடிந்தது. ஆனால் அதன் பிறகு அறிவியல் வளர்ச்சியின் வேகம் இதனை முடியாத ஒன்றாக்கி விட்டது. புதிய நோக்காய்வுகளுக்கு விளக்கமளிப்பதற்காகக் கோட்பாடுகள் எப்போதும் மாற்றப்பட்டுக் கொண்டே இருப்பதால் அவை ஒருபோதும் சரிவர செரிமானம் செய்யப்படுவதோ சாமானியர்கள் புரிந்து கொள்ளக் கூடியவாறு எளிமைப்படுத்தப்படுவதோ இல்லை. நீங்கள் ஒரு தனித்திறனாளராய் இருந்தாக வேண்டும், அப்போதுங்கூட அறிவியல் கோட்பாடுகளில் சிறியதொரு பங்கினை மட்டுமே உங்களால் சரிவர உள்வாங்க முடியும் என நம்பலாம்.

மேலும் முன்னேற்றம் மிகத் துரிதமாக நடைபெறுவதால் பள்ளிக் கூடத்திலோ பல்கலைக்கழகத்திலோ எப்போதும் சற்றே காலாவதியானதைத்தான் சுற்கிறோம். துரிதமாக முன்னேறிக் கொண்டிருக்கும் அறிவெல்லைக்கு ஒரு சிலரால் மட்டுமே ஈடுகொடுக்க முடியும். அதற்காக அவர்கள் தங்கள் முழு நேரத்தையும் அர்ப்பணித்துச் சிறியதொரு பகுதியில் தனித்திறனாய்வு செய்ய வேண்டும். அடையப்பெற்று வரும் முன்னேற்றங்களைப் பற்றியோ அல்லது அவை ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கும் மனக்கிளர்ச்சி பற்றியோ மற்றவர்களுக்கு அதிகமாய்த் தெரிவதில்லை.

எழுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பொதுச் சார்பியல் கோட்பாட்டைப் புரிந்து கொண்டவர்கள் இரண்டே இரண்டு பேர்தான் என்று எட்டிங்டன் கூறியதை நம்பலாம். இப்போதெல்லாம் பத்தாயிரக் கணக்கான பல்கலைக்கழகப் பட்டதாரிகள் அதைப் புரிந்து வைத்துள்ளார்கள். கோடிக்கணக்கானவர்களுக்கு எப்படியும் அக்கருத்துடன் பரிச்சயமாவது உண்டு. ஒரு முழுமையான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டால், அதனைச் செரிமானம் செய்து அதே முறையில் எளிமைப்படுத்திப் பள்ளிக்கூடங்களில் எப்படியும் உருவரையளவிலாவது கற்றுக் கொடுக்கும் நிலை இன்றோ நாளையோ ஏற்படத்தான் செய்யும். அப்போது நாமெல்லாம் அண்டத்தை ஆளுகிறவையும் நாம் நாமாக இருப்பதற்குக் காரணமுமாகிய விதிகளை ஓரளவு புரிந்து கொள்ள இயலும்.

ஐன்ஸ்டீன் ஒருமுறை ஒரு கேள்வியைக் கேட்டார், “அண்டத்தை உருவாக்குவதில் கடவுள் எவ்வளவு தேர்வு செய்தார்?” எல்லை முன்மொழிவு சரியானது என்றால், ஆரம்ப நிலைமைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க அவருக்கு சுதந்திரம் இல்லை. நிச்சயமாக, அண்டம் கடைப்பிடிக்கும் சட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் சுதந்திரம் அவருக்கு இன்னும் இருந்திருக்கும். இருப்பினும், இது உண்மையில் அவ்வளவு விருப்பமாக இருந்திருக்காது. ஒன்று அல்லது ஒரு சிறிய எண்ணிக்கையிலான முழுமையான ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடுகள்

மட்டுமே இருக்கக்கூடும், அவை தன்னியக்க நிலைத்தன்மை கொண்டவை மற்றும் அறிவார்ந்த உயிரினங்களின் இருப்பை அனுமதிக்கின்றன.

விதிகள் மற்றும் சமன்பாடுகளின் தொகுப்பாக மட்டுமே சாத்தியமான ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட கோட்பாடு இருந்தால் கூட கடவுளின் தன்மை பற்றி நாம் கேட்கலாம். சமன்பாடுகளுக்குள் நெருப்பை சுவாசித்து அவர்கள் விவரிக்க ஒரு அண்டத்தை உருவாக்குவது எது? ஒரு கணித மாதிரியை உருவாக்கும் அறிவியலின் வழக்கமான அணுகுமுறை, மாதிரி விவரிக்க ஒரு அண்டம் ஏன் இருக்க வேண்டும் என்ற கேள்விக்கு பதிலளிக்க முடியாது. அண்டம் ஏன் இருக்கும் எல்லா தொந்தரவுகளுக்கும் செல்கிறது? ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட கோட்பாடு அதன் சொந்த இருப்பைக் கொண்டுவரும் அளவுக்கு கட்டாயப்படுத்துகிறதா? அல்லது அதற்கு ஒரு படைப்பாளி தேவையா, அப்படியானால், அண்டத்தின் இருப்புக்குப் பொறுப்பேற்பதைத் தவிர வேறு ஏதேனும் பாதிப்பை ஏற்படுத்துமா? மேலும் அவரைப் படைத்தது யார்?

இப்போது வரை, பெரும்பாலான விஞ்ஞானிகள் அண்டம் என்றால் என்ன என்ற கேள்வியைக் கேட்க முடியாத அளவுக்கு புதிய கோட்பாடுகளின் வளர்ச்சியில் ஈடுபட்டுள்ளனர். மறுபுறம், ஏன் என்று கேட்பதையே தொழிலாகக் கொண்ட மக்கள் தத்துவஞானிகளால் அறிவியல் கோட்பாடுகளின் முன்னேற்றத்திற்கு ஈடுகொடுக்க

முடியவில்லை. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் தத்துவவாதிகள் அறிவியல் உட்பட மனித அறிவு முழுவதையும் தங்கள் துறையாகக் கருதினர். அண்டத்திற்கு ஒரு ஆரம்பம் உண்டா? போன்ற கேள்விகளை அவர்கள் விவாதித்தனர். இருப்பினும், பத்தொன்பதாம் மற்றும் இருபதாம் நூற்றாண்டுகளில், ஒரு சில வல்லுநர்களைத் தவிர, தத்துவவாதிகள் அல்லது வேறு எவருக்கும் அறிவியல் தொழில்நுட்பம் என்பது கணிதமாக மாறியது. தத்துவஞானிகள் தங்கள் விசாரணைகளின் நோக்கத்தை மிகவும் குறைத்துக்கொண்டனர், இந்த நூற்றாண்டின் மிகவும் பிரபலமான தத்துவஞானி விட்ஜென்ஸ்டைன் (Wittgenstein) கூறினார், “தத்துவத்திற்கான எஞ்சியிருக்கும் ஒரே பணி மொழியின் பகுப்பாய்வு ஆகும்”. அரிஸ்டாட்டில் முதல் காண்ட் வரையிலான தத்துவத்தின் சிறந்த பாரம்பரியத்திலிருந்து என்ன ஒரு வரவு. எவ்வாறாயினும், நாம் ஒரு முழுமையான கோட்பாட்டைக் கண்டறிந்தால், அது காலப்போக்கில் ஒரு சில விஞ்ஞானிகளுக்கு மட்டுமல்ல, அனைவருக்கும் பரந்த கொள்கையில் புரியும். பின்னர் நாம் அனைவரும் அண்டம் ஏன் உள்ளது என்ற விவாதத்தில் பங்கேற்க முடியும். அதற்கான பதிலைக் கண்டால் அது மனிதப் பகுத்தறிவின் இறுதி இலக்கை அடையும். அப்போது நாம் கடவுளின் மனதை அறிவோம்.

அருஞ்சொற் பொருள்

அண்டம் - நம் திரள்களை போன்ற பல கோடி திரள்களை உள்ளடக்கிய தொகுப்பு

அண்டவியல் - அண்டத்தை பற்றிய படிப்பு

அண்டவியல் மாறிலி - வெளி-காலம் விரிவடைவதற்கு காரணமென ஐன்ஸ்டீன் கருதிய ஒரு மாறிலி

அணு - பொருட்களின் அடிப்படை அலகு

அணுக்கரு - அணுவின் மையப்பகுதி

அதிர்வெண் - ஒரு அலை ஒரு வினாடிக்கு சுற்றும் முழு சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை

அலைநீளம் - அலைகளில் இரண்டு அகடுகள் அல்லது இரண்டு முகடுகளுக்கு இடையேயான தொலைவு

முதன்மை கருந்துளை- ஆரம்ப கட்டத்தில் தோன்றிய கருந்துளை

ஆற்றல் அழிவின்மை விதி - ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது. ஒரு ஆற்றலை வேறோன்றாக மட்டுமே மாற்ற இயலும் என்று கூறும் விதி.

ஓர்மைப்புள்ளி - வெளி-கால வளைவு முடிவிலியாகும் ஒரு புள்ளி

உறுதியின்மை கொள்கை - ஒரு துகளின் நிலையையோ திசைவேகத்தையோ தெளிவாக அறிந்துக்கொள்ள முடியாது. ஒன்றை எவ்வளவு டெளிவாக தெரிந்து கொள்கிறோமோ மற்றதை அந்தளவுக்கு தெளிவாக அறிந்துகொள்ளா இயலாது என ஹெய்சன்பர்க் என்பார் வகுத்த ஒரு கோட்பாடு

பெரு வெடிப்பு - அண்டம் தொடங்க காரணமாகிய ஒரு வெடிப்பு நிகழ்வு

எதிர்துகள் - ஒவ்வொரு துகளுக்கும் இணையான ஒரு எதிர்துகள் இருக்கும். அவை ஒன்றையொன்று மோதிக்கொண்டு அழிந்து, ஆற்றல் மட்டுமே மீதம் இருக்கும்.

எல்லையின்மை கொள்கை - அண்டத்தில் கற்பனை காலத்தில் எல்லை இல்லை எனும் ஒரு கருதுகோள்

ஒளிவற்ற ஓர்மைப்புள்ளி - கருந்துளையால் சூழப்படாத வெளி-கால ஓர்மைப்புள்ளி

கருந்துளை - ஒளியால் கூட தப்பி செல்ல இயலாத அளவு ஈர்ப்பு வலிமை கொண்ட ஒரு வாழ்வு முடிந்த விண்மீனின் இறுதி நிலை

குலைதிறம் - சீரொழுங்கிலிருந்து சீரழிவை நோக்கி செல்லுதல்

குவாண்டம் இயங்கியல் - பிளாங்க்கின் குவாண்டம் கொள்கையிலிருந்தும், ஹெய்சன்பர்கின் எல்லையின்மை கொள்கையிளிருந்தும் தருவிக்கப்பட்ட ஒரு கொள்கை

சிறப்பு சார்பியல் - நோக்கர்கள் அனைவரும் எப்படி நகர்ந்தாலும் அனைவருக்குமான விதிகள் ஒன்றே என்ற ஐன்ஸ்டீனின் கோட்பாடு

செம்பெயர்ச்சி - டாப்ளர் விளைவால் ஒளி நம்மை விட்டு நகரும் போது சிவப்பாய் காட்சியளித்தல்

தவிர்ப்பு கொள்கை - ஒரே போன்ற இரண்டு துகள்களுக்கு நிலையும், திசைவேகமும் சமமாக இருக்காது என்ற கோட்பாடு

திரள் - நம் சூரியன் உட்பட பல கோடி விண்மீன்களைுள்ளடக்கிய தொகுப்பு

நிகழ்ச்சி பரப்பெல்லை - கருந்துளையின் எல்லை

நிகழ்தகவு - ஒரு நிகழ்வு நடக்கப்பதற்கான சாத்திய கூறுகள்

பொது சார்பியல் - நோக்கர்கள் அனைவரும் எப்படி நகர்ந்தாலும் அனைவருக்குமான விதிகள் ஒன்றே என்ற ஐன்ஸ்டீனின் கோட்பாடு.

ஈர்ப்பு விசையானது

வெளிகாலத்தின் வளைவால் உருவாகிறது என்று கூறுகிறது

சூப்பர் நோவா - 1350 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடந்த முதன்மை பெருவெடிப்பு

வெளி-காலம் - ஒரு நான்கு பரிமாண வெளி

கலைச் சொற்கள்

Absolute- அறுதி

Analogy- ஒப்புமை

Astronaut- விண்வெளி வீரர்

Astronomy- வானியல்

Atom- அணு

Axis of symmetry- சமச்சீர் அச்சு

Big bang- பெருவெடிப்பு

Boundary- எல்லை

Classic general relativity theory- பாரம்பரிய பொது சார்பியல் கோட்பாடு

Constant- மாறிலி

Critical- முட்டு

Curvature- வளைவு

Cold star- குளிர் விண்மீன்

Collapse- தகர்வுறுதல்

Cosmic censorship hypothesis- அண்டவியல் தணிக்கை கருதுகோள்

Cosmology- அண்டவியல்

Dark mater- கரும்பொருள்

Directly Proportional- நேர்தகவு

Edge- விளிம்பு

Electron- மின்மம்

Element- தனிமம்

Engine- விசைப்பொறி

Escape velocity- விடுபடு திசைவேகம்

Event horizon- நிகழ்வு பரப்பெல்லை

Experiment- பரிசோதனை

Finite- வரையறுக்கப்பட்ட

Flash- கீற்று

Frequency- அலைநீளம்

Galaxy- திரள்

Grand unified theory- மகா ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு

Gravitational field- ஈர்ப்பு புலம்

Imaginary time - கற்பனை காலம்

Infinite- வரையறுக்க இயலாத

Infinity- முடிவிலி

Intervene objects- இடையூறு பொருட்கள்

Light cone- ஒளிக்கூம்பு

Limit- வரையறை

Luminosity-ஒளிரும் தன்மை

Loop wire- கம்பி வளையம்

Massive- பாரிய

Measure- அளவீடு

Mechanism - பொறிமுறை

Naked singularity- ஒளிவற்ற ஓர்மைப்புள்ளி

Nuetron- நொதுமம்

Observe- நோக்காய்வு

Observer- நோக்காய்வாளர்

Paradox- முரண்மெய்மை

Particle- துகள்

Pauli exclusion principle- பாலி தவிர்ப்பு கொள்கை

Philosophy- தத்துவம்

Photon-ஒளிமம்

Position- நிலை

Predict- கணிப்பு

Principle- கொள்கை

Proton- நேர்மம்

Quantum mechanics- குவாண்டம் இயங்கியல்

Radar - தொலை நிலை மானி

Radiation-கதிரியக்கம்

Radio wave- கதிரலை

Radius- ஆரம்

Real time - மெய்யான காலம்

Redshift- செம்பெயர்ச்சி

Rocket-ஏவூர்தி

Signal- சமிக்ஞை

Singularty- ஓர்மைப்புள்ளி Super gravity - மாயீர்ப்பு

Space-time- வெளி-காலம்

Spectrum- நிறமாலை

Spin- சுழல்

Steady-state theorem- நிலைத்தன்மை தேற்றம்

Super conducting - அதிவேக கடத்தி

Super cooled - அதிகுளிர்

Symmetry- சமச்சீர்மை

Telescope- தொலைநோக்கி

Theorem- தேற்றம்

Theory- கோட்பாடு

Uncertainty principle- உறுதியினமை கொள்கை

Unfortunate- கெடுவாய்ப்பு

Universal gravitation- உலகலாவிய ஈர்ப்பு

Universe- அண்டம்

White dwarf- வெண்குறுமீன்

X-ray - ஊடு கதிர்

Zero- சுழியம்

FREETAMILEBOOKS.COM

மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்:

மின்புத்தகங்களைப் படிப்பதற்கென்றே கையிலேயே வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய பல கருவிகள் தற்போது சந்தையில் வந்துவிட்டன. Kindle, Nook, Android Tablets போன்றவை இவற்றில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. இத்தகைய கருவிகளின் மதிப்பு தற்போது 4000 முதல் 6000 ரூபாய் வரை குறைந்துள்ளன. எனவே பெரும்பான்மையான மக்கள் தற்போது இதனை வாங்கி வருகின்றனர்.

ஆங்கிலத்திலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

ஆங்கிலத்தில் லட்சக்கணக்கான மின்புத்தகங்கள் தற்போது கிடைக்கப் பெறுகின்றன. அவை PDF, EPUB, MOBI, AZW3. போன்ற வடிவங்களில் இருப்பதால், அவற்றை மேற்கூறிய கருவிகளைக் கொண்டு நாம் படித்துவிடலாம்.

தமிழிலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

தமிழில் சமீபத்திய புத்தகங்களெல்லாம் நமக்கு மின்புத்தகங்களாக கிடைக்கப்பெறுவதில்லை. ProjectMadurai.com எனும் குழு தமிழில் மின்புத்தகங்களை வெளியிடுவதற்கான ஓர்

உன்னத சேவையில் ஈடுபட்டுள்ளது. இந்தக் குழு இதுவரை வழங்கியுள்ள தமிழ் மின்புத்தகங்கள் அனைத்தும் PublicDomain-ல் உள்ளன. ஆனால் இவை மிகவும் பழைய புத்தகங்கள்.

சமீபத்திய புத்தகங்கள் ஏதும் இங்கு கிடைக்கப்பெறுவதில்லை.

சமீபத்திய புத்தகங்களை தமிழில் பெறுவது எப்படி?

அமேசான் கிண்டில் கருவியில் தமிழ் ஆதரவு தந்த பிறகு, தமிழ் மின்னூல்கள் அங்கே விற்பனைக்குக் கிடைக்கின்றன. ஆனால் அவற்றை நாம் பதிவிறக்க இயலாது. வேறு யாருக்கும் பகிர இயலாது.

சமீபகாலமாக பல்வேறு எழுத்தாளர்களும், பதிவர்களும், சமீபத்திய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய விவரங்களைத் தமிழில் எழுதத் தொடங்கியுள்ளனர். அவை இலக்கியம், விளையாட்டு, கலாச்சாரம், உணவு, சினிமா, அரசியல், புகைப்படக்கலை, வணிகம் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பம் போன்ற பல்வேறு தலைப்புகளின் கீழ் அமைகின்றன.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகச் சேர்த்து தமிழ் மின்புத்தகங்களை உருவாக்க உள்ளோம்.

அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள் Creative Commons எனும் உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடப்படும். இவ்வாறு வெளியிடுவதன் மூலம் அந்தப் புத்தகத்தை எழுதிய மூல ஆசிரியருக்கான உரிமைகள்

சட்டரீதியாகப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் அந்த மின்புத்தகங்களை யார் வேண்டுமானாலும், யாருக்கு வேண்டுமானாலும், இலவசமாக வழங்கலாம்.

எனவே தமிழ் படிக்கும் வாசகர்கள் ஆயிரக்கணக்கில் சமீபத்திய தமிழ் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகவே பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

தமிழிலிருக்கும் எந்த வலைப்பதிவிலிருந்து வேண்டுமானாலும் பதிவுகளை எடுக்கலாமா?

கூடாது.

ஒவ்வொரு வலைப்பதிவும் அதற்கென்றே ஒருசில அனுமதிகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒரு வலைப்பதிவின் ஆசிரியர் அவரது பதிப்புகளை “யார் வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்தலாம்” என்று குறிப்பிட்டிருந்தால் மட்டுமே அதனை நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அதாவது “Creative Commons” எனும் உரிமத்தின் கீழ் வரும் பதிப்புகளை மட்டுமே நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அப்படி இல்லாமல் “All Rights Reserved” எனும் உரிமத்தின் கீழ் இருக்கும் பதிப்புகளை நம்மால் பயன்படுத்த முடியாது.

வேண்டுமானால் “All Rights Reserved” என்று விளங்கும் வலைப்பதிவுகளைக் கொண்டிருக்கும் ஆசிரியருக்கு அவரது பதிப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடக்கோரி நாம் நமது வேண்டுகோளைத் தெரிவிக்கலாம். மேலும் அவரது படைப்புகள் அனைத்தும் அவருடைய பெயரின் கீழே தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் நாம் அளிக்க வேண்டும்.

பொதுவாக புதுப்புது பதிவுகளை உருவாக்குவோருக்கு அவர்களது பதிவுகள் நிறைய வாசகர்களைச் சென்றடைய வேண்டும் என்ற எண்ணம் இருக்கும். நாம் அவர்களது படைப்புகளை எடுத்து இலவச மின்புத்தகங்களாக வழங்குவதற்கு நமக்கு அவர்கள் அனுமதியளித்தால், உண்மையாகவே அவர்களது படைப்புகள் பெரும்பான்மையான மக்களைச் சென்றடையும். வாசகர்களுக்கும் நிறைய புத்தகங்கள் படிப்பதற்குக் கிடைக்கும்

வாசகர்கள் ஆசிரியர்களின் வலைப்பதிவு முகவரிகளில் கூட அவர்களுடைய படைப்புகளை தேடிக் கண்டுபிடித்து படிக்கலாம். ஆனால் நாங்கள் வாசகர்களின் சிரமத்தைக் குறைக்கும் வண்ணம் ஆசிரியர்களின் சிதறிய வலைப்பதிவுகளை ஒன்றாக இணைத்து ஒரு முழு மின்புத்தகங்களாக உருவாக்கும் வேலையைச் செய்கிறோம். மேலும் அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புத்தகங்களை

“மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்”-க்கு ஏற்ற வண்ணம் வடிவமைக்கும் வேலையையும் செய்கிறோம்.

FREETAMILEBOOKS.COM

இந்த வலைத்தளத்தில்தான் பின்வரும் வடிவமைப்பில் மின்புத்தகங்கள் காணப்படும்.

PDF for desktop, PDF for 6” devices, EPUB, AZW3, ODT

இந்த வலைதளத்திலிருந்து யார் வேண்டுமானாலும் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம்(download) செய்து கொள்ளலாம்.

அவ்வாறு பதிவிறக்கம்(download) செய்யப்பட்ட புத்தகங்களை யாருக்கு வேண்டுமானாலும் இலவசமாக வழங்கலாம்.

இதில் நீங்கள் பங்களிக்க விரும்புகிறீர்களா?

நீங்கள் செய்யவேண்டியதெல்லாம் தமிழில் எழுதப்பட்டிருக்கும் வலைப்பதிவுகளிலிருந்து பதிவுகளை
எடுத்து, அவற்றை LibreOffice/MS Office போன்ற wordprocessor-ல் போட்டு ஓர் எளிய மின்புத்தகமாக மாற்றி எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

அவ்வளவுதான்!

மேலும் சில பங்களிப்புகள் பின்வருமாறு:

1. ஒருசில பதிவர்கள்/எழுத்தாளர்களுக்கு அவர்களது படைப்புகளை “Creative Commons” உரிமத்தின்கீழ் வெளியிடக்கோரி மின்னஞ்சல் அனுப்புதல்

2. தன்னார்வலர்களால் அனுப்பப்பட்ட மின்புத்தகங்களின் உரிமைகளையும் தரத்தையும் பரிசோதித்தல்

3. சோதனைகள் முடிந்து அனுமதி வழங்கப்பட்ட தரமான மின்புத்தகங்களை நமது வலைதளத்தில் பதிவேற்றம் செய்தல்

விருப்பமுள்ளவர்கள் freetamilebooksteam@gmail.com எனும் முகவரிக்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

இந்தத் திட்டத்தின் மூலம் பணம் சம்பாதிப்பவர்கள் யார்?

யாருமில்லை.

இந்த வலைத்தளம் முழுக்க முழுக்க தன்னார்வலர்களால் செயல்படுகின்ற ஒரு வலைத்தளம் ஆகும். இதன் ஒரே நோக்கம் என்னவெனில் தமிழில் நிறைய மின்புத்தகங்களை உருவாக்குவதும், அவற்றை இலவசமாக பயனர்களுக்கு வழங்குவதுமே ஆகும்.

மேலும் இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள், ebook reader ஏற்றுக்கொள்ளும் வடிவமைப்பில் அமையும்.

இத்திட்டத்தால் பதிப்புகளை எழுதிக்கொடுக்கும் ஆசிரியர்/ பதிவருக்கு என்ன லாபம்?

ஆசிரியர்/பதிவர்கள் இத்திட்டத்தின் மூலம் எந்தவிதமான தொகையும் பெறப்போவதில்லை. ஏனெனில், அவர்கள் புதிதாக இதற்கென்று எந்தஒரு பதிவையும் எழுதித்தரப்போவதில்லை.

ஏற்கனவே அவர்கள் எழுதி வெளியிட்டிருக்கும் பதிவுகளை எடுத்துத்தான் நாம் மின்புத்தகமாக வெளியிடப்போகிறோம்.

அதாவது அவரவர்களின் வலைதளத்தில் இந்தப் பதிவுகள் அனைத்தும் இலவசமாகவே கிடைக்கப்பெற்றாலும், அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் தொகுத்து ebook reader போன்ற கருவிகளில் படிக்கும் விதத்தில் மாற்றித் தரும் வேலையை இந்தத் திட்டம் செய்கிறது.

தற்போது மக்கள் பெரிய அளவில் tablets மற்றும் ebook readers போன்ற கருவிகளை நாடிச் செல்வதால் அவர்களை நெருங்குவதற்கு இது ஒரு நல்ல வாய்ப்பாக அமையும்.

நகல் எடுப்பதை அனுமதிக்கும் வலைதளங்கள் ஏதேனும் தமிழில் உள்ளதா?

உள்ளது.

பின்வரும் தமிழில் உள்ள வலைதளங்கள் நகல் எடுப்பதினை அனுமதிக்கின்றன.

1. http://www.vinavu.com
2. http://www.badriseshadri.in
3. http://maattru.com
4. http://www.kaniyam.com
5. http://blog.ravidreams.net

எவ்வாறு ஒர் எழுத்தாளரிடம் CREATIVE COMMONS உரிமத்தின் கீழ் அவரது படைப்புகளை வெளியிடுமாறு கூறுவது?

இதற்கு பின்வருமாறு ஒரு மின்னஞ்சலை அனுப்ப வேண்டும்.

துவக்கம்

உங்களது வலைத்தளம் அருமை (வலைதளத்தின் பெயர்).

தற்போது படிப்பதற்கு உபயோகப்படும் கருவிகளாக Mobiles மற்றும் பல்வேறு கையிருப்புக் கருவிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து வந்துள்ளது.

இந்நிலையில் நாங்கள் http://www.FreeTamilEbooks.com எனும் வலைதளத்தில், பல்வேறு தமிழ் மின்புத்தகங்களை வெவ்வேறு

துறைகளின் கீழ் சேகரிப்பதற்கான ஒரு புதிய திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளோம்.

இங்கு சேகரிக்கப்படும் மின்புத்தகங்கள் பல்வேறு கணிணிக் கருவிகளான Desktop,ebook readers like kindl, nook, mobiles, tablets with android, iOS போன்றவற்றில் படிக்கும் வண்ணம் அமையும். அதாவது இத்தகைய கருவிகள் support செய்யும் odt, pdf, ebub, azw போன்ற வடிவமைப்பில் புத்தகங்கள் அமையும்.

இதற்காக நாங்கள் உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பெற விரும்புகிறோம். இதன் மூலம் உங்களது பதிவுகள் உலகளவில் இருக்கும் வாசகர்களின் கருவிகளை நேரடியாகச் சென்றடையும்.

எனவே உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பிரதியெடுப்பதற்கும் அவற்றை மின்புத்தகங்களாக மாற்றுவதற்கும் உங்களது அனுமதியை வேண்டுகிறோம்.

இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்களில் கண்டிப்பாக ஆசிரியராக உங்களின் பெயரும் மற்றும் உங்களது வலைதள முகவரியும் இடம்பெறும். மேலும் இவை “Creative Commons” உரிமத்தின் கீழ் மட்டும்தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் அளிக்கிறோம்.

http://creativecommons.org/licenses/

நீங்கள் எங்களை பின்வரும் முகவரிகளில் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

e-mail : FREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM
FB : https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks

G plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

நன்றி.

முடிவு

மேற்கூறியவாறு ஒரு மின்னஞ்சலை உங்களுக்குத் தெரிந்த அனைத்து எழுத்தாளர்களுக்கும் அனுப்பி அவர்களிடமிருந்து அனுமதியைப் பெறுங்கள்.

முடிந்தால் அவர்களையும் “Creative Commons License”-ஐ அவர்களுடைய வலைதளத்தில் பயன்படுத்தச் சொல்லுங்கள்.

கடைசியாக அவர்கள் உங்களுக்கு அனுமதி அளித்து அனுப்பியிருக்கும் மின்னஞ்சலைFREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM எனும் முகவரிக்கு அனுப்பி வையுங்கள்.

ஓர் எழுத்தாளர் உங்களது உங்களது வேண்டுகோளை மறுக்கும் பட்சத்தில் என்ன செய்வது?

அவர்களையும் அவர்களது படைப்புகளையும் அப்படியே விட்டுவிட வேண்டும்.

ஒருசிலருக்கு அவர்களுடைய சொந்த முயற்சியில் மின்புத்தகம் தயாரிக்கும் எண்ணம்கூட இருக்கும். ஆகவே அவர்களை நாம் மீண்டும் மீண்டும் தொந்தரவு செய்யக் கூடாது.

அவர்களை அப்படியே விட்டுவிட்டு அடுத்தடுத்த எழுத்தாளர்களை நோக்கி நமது முயற்சியைத் தொடர வேண்டும்.

மின்புத்தகங்கள் எவ்வாறு அமைய வேண்டும்?

ஒவ்வொருவரது வலைத்தளத்திலும் குறைந்தபட்சம் நூற்றுக்கணக்கில் பதிவுகள் காணப்படும். அவை வகைப்படுத்தப்பட்டோ அல்லது வகைப்படுத்தப் படாமலோ இருக்கும்.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் திரட்டி ஒரு பொதுவான தலைப்பின்கீழ் வகைப்படுத்தி மின்புத்தகங்களாகத்

தயாரிக்கலாம். அவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படும் மின்புத்தகங்களை பகுதி-I பகுதி-II என்றும் கூட தனித்தனியே பிரித்துக் கொடுக்கலாம்.

தவிர்க்க வேண்டியவைகள் யாவை?

இனம், பாலியல் மற்றும் வன்முறை போன்றவற்றைத் தூண்டும் வகையான பதிவுகள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

எங்களைத் தொடர்பு கொள்வது எப்படி?

நீங்கள் பின்வரும் முகவரிகளில் எங்களைத் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

- EMAIL : FREETAMILEBOOKSTEAM@GMAIL.COM
- Facebook: https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks
- Google Plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

இத்திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளவர்கள் யார்?

குழு – http://freetamilebooks.com/meet-the-team/

SUPPORTED BY

கணியம் அறக்கட்டளை http://kaniyam.com/foundation

கணியம் அறக்கட்டளை



தொலை நோக்கு – Vision

தமிழ் மொழி மற்றும் இனக்குழுக்கள் சார்ந்த மெய்நிகர்வளங்கள், கருவிகள் மற்றும் அறிவுத்தொகுதிகள், அனைவருக்கும் கட்டற்ற அணுக்கத்தில் கிடைக்கும் சூழல்

பணி இலக்கு – Mission

அறிவியல் மற்றும் சமூகப் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு ஒப்ப, தமிழ் மொழியின் பயன்பாடு வளர்வதை உறுதிப்படுத்துவதும், அனைத்து அறிவுத் தொகுதிகளும், வளங்களும் கட்டற்ற அணுக்கத்தில் அனைவருக்கும் கிடைக்கச்செய்தலும்.

தற்போதைய செயல்கள்

- கணியம் மின்னிதழ் – http://kaniyam.com
- கிரியேட்டிவ் காமன்சு உரிமையில் இலவச தமிழ் மின்னூல்கள் – http://FreeTamilEbooks.com

கட்டற்ற மென்பொருட்கள்

- உரை ஒலி மாற்றி – Text to Speech
- எழுத்துணரி – Optical Character Recognition
- விக்கிமூலத்துக்கான எழுத்துணரி
- மின்னூல்கள் கிண்டில் கருவிக்கு அனுப்புதல் – Send2Kindle
- விக்கிப்பீடியாவிற்கான சிறு கருவிகள்
- மின்னூல்கள் உருவாக்கும் கருவி
- உரை ஒலி மாற்றி – இணைய செயலி
- சங்க இலக்கியம் – ஆன்டிராய்டு செயலி
- FreeTamilEbooks – ஆன்டிராய்டு செயலி

- FreeTamilEbooks – ஐஓஎஸ் செயலி
- WikisourceEbooksReportஇந்திய மொழிகளுக்ககான விக்கிமூலம் மின்னூல்கள் பதிவிறக்கப் பட்டியல்
- FreeTamilEbooks.com – Download counter மின்னூல்கள் பதிவிறக்கப் பட்டியல்

அடுத்த திட்டங்கள்/மென்பொருட்கள்

- விக்கி மூலத்தில் உள்ள மின்னூல்களை பகுதிநேர/முழு நேரப் பணியாளர்கள் மூலம் விரைந்து பிழை திருத்துதல்
- முழு நேர நிரலரை பணியமர்த்தி பல்வேறு கட்டற்ற மென்பொருட்கள் உருவாக்குதல்
- தமிழ் NLP க்கான பயிற்சிப் பட்டறைகள் நடத்துதல்
- கணியம் வாசகர் வட்டம் உருவாக்குதல்
- கட்டற்ற மென்பொருட்கள், கிரியேட்டிவ் காமன்சு உரிமையில் வளங்களை உருவாக்குபவர்களைக் கண்டறிந்து ஊக்குவித்தல்

- கணியம் இதழில் அதிக பங்களிப்பாளர்களை உருவாக்குதல், பயிற்சி அளித்தல்
- மின்னூலாக்கத்துக்கு ஒரு இணையதள செயலி
- எழுத்துணரிக்கு ஒரு இணையதள செயலி
- தமிழ் ஒலியோடைகள் உருவாக்கி வெளியிடுதல்
- http://OpenStreetMap.org ல் உள்ள இடம், தெரு, ஊர் பெயர்களை தமிழாக்கம் செய்தல்
- தமிழ்நாடு முழுவதையும் http://OpenStreetMap.org ல் வரைதல்
- குழந்தைக் கதைகளை ஒலி வடிவில் வழங்குதல்
- http://Ta.wiktionary.org ஐ ஒழுங்குபடுத்தி API க்கு தோதாக மாற்றுதல்
- http://Ta.wiktionary.org க்காக ஒலிப்பதிவு செய்யும் செயலி உருவாக்குதல்
- தமிழ் எழுத்துப் பிழைத்திருத்தி உருவாக்குதல்
- தமிழ் வேர்ச்சொல் காணும் கருவி உருவாக்குதல்

- எல்லா http://FreeTamilEbooks.com மின்னூல்களையும் Google Play Books, GoodReads.com ல் ஏற்றுதல்
- தமிழ் தட்டச்சு கற்க இணைய செயலி உருவாக்குதல்
- தமிழ் எழுதவும் படிக்கவும் கற்ற இணைய செயலி உருவாக்குதல் (aamozish.com/Course_preface போல)

மேற்கண்ட திட்டங்கள், மென்பொருட்களை உருவாக்கி செயல்படுத்த உங்கள் அனைவரின் ஆதரவும் தேவை. உங்களால் எவ்வாறேனும் பங்களிக்க இயலும் எனில் உங்கள் விவரங்களை kaniyamfoundation@gmail.com க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்புங்கள்.

வெளிப்படைத்தன்மை

கணியம் அறக்கட்டளையின் செயல்கள், திட்டங்கள், மென்பொருட்கள் யாவும் அனைவருக்கும் பொதுவானதாகவும், 100% வெளிப்படைத்தன்மையுடனும் இருக்கும்.இந்த இணைப்பில் செயல்களையும், இந்த இணைப்பில் மாத அறிக்கை, வரவு செலவு விவரங்களுடனும் காணலாம்.

கணியம் அறக்கட்டளையில் உருவாக்கப்படும் மென்பொருட்கள் யாவும் கட்டற்ற மென்பொருட்களாக மூல நிரலுடன், GNU GPL, Apache, BSD, MIT, Mozilla ஆகிய உரிமைகளில் ஒன்றாக வெளியிடப்படும். உருவாக்கப்படும் பிற வளங்கள், புகைப்படங்கள், ஒலிக்கோப்புகள், காணொளிகள், மின்னூல்கள், கட்டுரைகள் யாவும் யாவரும் பகிரும், பயன்படுத்தும் வகையில் கிரியேட்டிவ் காமன்சு உரிமையில் இருக்கும்.

நன்கொடை

உங்கள் நன்கொடைகள் தமிழுக்கான கட்டற்ற வளங்களை உருவாக்கும் செயல்களை சிறந்த வகையில் விரைந்து செய்ய ஊக்குவிக்கும்.

பின்வரும் வங்கிக் கணக்கில் உங்கள் நன்கொடைகளை அனுப்பி, உடனே விவரங்களை kaniyamfoundation@gmail.com க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்புங்கள்.

Kaniyam Foundation
Account Number : 606 1010 100 502 79
Union Bank Of India
West Tambaram, Chennai
IFSC – UBIN0560618
Account Type : Current Account

UPI செயலிகளுக்கான QR Code



BHIM UPI Payments Accepted at

Kaniyam Foundation



Account Number : 606101010050279, IFSC Code: UBIN0560618

Scan and Pay using any UPI supported Apps

குறிப்பு: சில UPI செயலிகளில் இந்த QR Code வேலை செய்யாமல் போகலாம். அச்சமயம் மேலே உள்ள வங்கிக் கணக்கு எண், IFSC code ஐ பயன்படுத்தவும்.

Note: Sometimes UPI does not work properly, in that case kindly use Account number and IFSC code for internet banking.